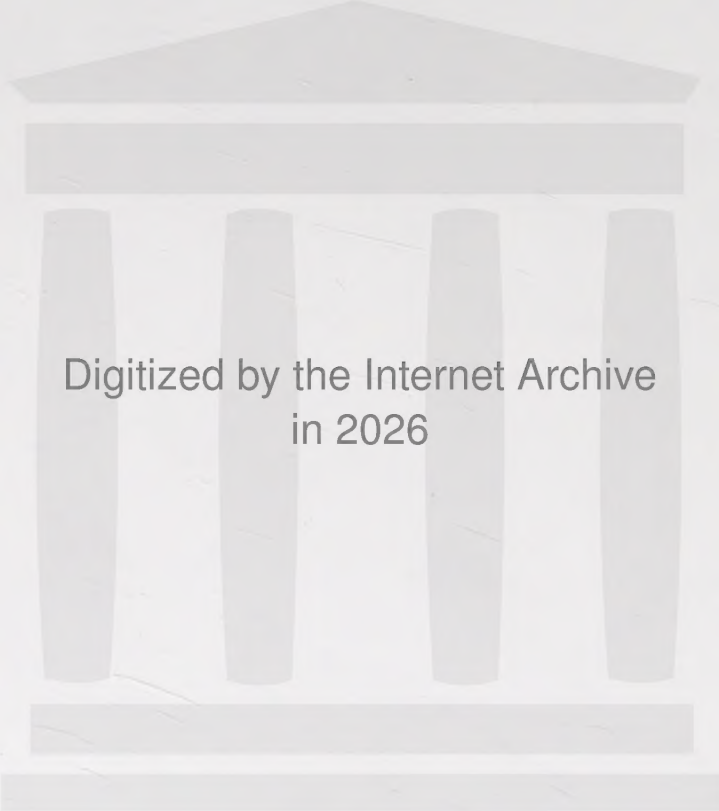


STRAHLENTHERAPIE IN FREIER PRAXIS

Statistische Untersuchung über die
Strahlenexposition der Bevölkerung durch die
Therapie nichtmaligner Erkrankungen
im Raum München

Hans Peter Schmelz

1974



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551921_0100

Aus dem Bundesgesundheitsamt, Abteilung für Strahlenhygiene
Leitender Direktor: Prof. Dr. med. F.-E. S t i e v e

und dem Strahlenbiologischen Institut der Universität München
Direktor: Prof. Dr. med. O. H u g

STRAHLENTHERAPIE IN FREIER PRAXIS

Statistische Untersuchung über die Strahlenexposition
der Bevölkerung durch die Therapie nichtmaligner Er-
krankungen im Raum München

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilian-Universität zu München

vorgelegt von
Hans Peter Schmelz
aus Wenigumstadt

München 1974



Gedruckt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. med. F.-E. Stieve
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. med. O. Hug
Dekan:	Prof. Dr. med. W. Spann
Tag der mündlichen Prüfung:	9.4.1974

Meinen Eltern in Dankbarkeit

I n h a l t

Seite

Einleitung	1
Schrifttum	3
1. Geschichtlicher Rückblick	3
2. Darstellung des Problems	4
3. Überblick über Veröffentlichungen	5
4. Zur Durchführung der Aufgabe	7
4.1 Die rein statistische Erhebung	8
4.2 Keimdrüsendosis-Ermittlung	8
4.3 Zur Berechnung der GSD	9
4.3.1 Definitionen der GSD	9
4.3.2 Formel und Interpretation (nach HOLTHUSEN)	10
5. Zur Durchführung der Untersuchungen	13
5.1 Erläuterungen	13
5.2 Abgrenzung des Themas	13
Eigene Untersuchungen	16
1. Tabellen	16
1.1 Erläuterungen zu den Tabellen	16

I n h a l t

Seite

Diskussion	38
1. Besprechung der Ergebnisse der Tab. I - VIII	38
1.1 Bemerkungen zu den Zahlenwer- ten in den Tabellen und Ab- bildungen	38
1.2 Tab. Ia u. Ib: Patienten- und Ärztzahlen im Vergleich zu Hamburg (Abb. 2 u. 3)	40
1.3 Tab. II und III: Altersgliederung, Incidenz und rel. Frequenz der Fälle (Abb. 4 mit 8)	43
1.4 Tab. IV, V, VI: Applizierte Dosen, Altersverteilungen, abs. u. rel. Häufigkeit der Er- krankungen (Abb. 9 mit 14)	50
1.4.1 Degen. u. entzündliche Ge- lenkserkrankungen	50
1.4.2. Sonstige gutartige Er- krankungen	55
1.5 Bestrahlte Erkrankungen in den einzelnen Praxen (Abb. 15)	59
1.6 Tab. VIII: Strahlenarten u. Applikationen	60
2. Besprechung der GSD-Werte (Tab. IX - XII)	61
2.1 Tab. IX: Bestimmung der Gona- dendosen für die einzelnen Er- krankungen	61

I n h a l t

2.2 Allgemeines zur Wertung der GSD bei nichtmalignen Erkrankungen	62
2.3 GSD einiger gonadennaher Re- gionen (Abb. 16/17)	66
2.4 Anteil der Geschlechter an der GSD (Abb. 18/19)	67
3. Zusammenfassung der GSD aus Praxis und Klinik (Abb. 20)	69
3.1 Vergleiche mit Werten aus dem Schrifttum	69
4. Zusammenfassung der Ergebnisse	72
Literaturverzeichnis	73

Einleitung

Von einigen Autoren wird die Radiotherapie bezüglich ihres Beitrags zur künstlichen Strahlenbelastung des Menschen als vernachlässigbar klein angesehen (15, 18). Tatsächlich macht der Anteil der durch die Strahlentherapie bedingten genetischen Belastung im Rahmen der gesamten medizinischen Anwendung ionisierender Strahlen in Diagnostik und Therapie aber 13% aus (HOLTHUSEN, 16). Nach dem Bericht der UNSCEAR (45) von 1962 liegt der Wert bei 20%, nach BORN (4a) in England sogar bei 25% der von HOLTHUSEN (16) errechneten genetisch-signifikanten Dosis (GSD) von 17.7 mrem/a in der Röntgendiagnostik. Diese Angaben entsprechen etwa 2 - 4% der natürlich bedingten Strahlenbelastung von jährlich 110 mrem in der Bundesrepublik Deutschland (SEELENTAG und SCHMIER, 38).

Die vorliegende Arbeit soll zur Klärung der Fragen beitragen, in welchem Umfang heute Therapie gutartiger Erkrankungen mit ionisierenden Strahlen durchgeführt wird; in welchen Grenzen sich die daraus ergebenden Gonadenbelastungen bei den einzelnen Krankheiten bewegen; wie hoch die daraus abgeleitete genetisch-signifikante Strahlenexposition für die Gesamtbevölkerung veranschlagt werden kann.

Der hier dargestellte I. Teil der Untersuchungen befaßt sich mit diesen Fragestellungen in der freien röntgenologischen Praxis. Der II. Teil,

die Erhebungen in 8 großen Kliniken in München, wird in einer Parallelarbeit von I. SCHMELZ (48) abgehandelt.

Die Untersuchungen beruhen auf Abrechnungsunterlagen der Kassenärztlichen Vereinigung, Bezirksstelle München, und auf den Angaben der Krankenblätter der so ermittelten Patienten, in die bei den meisten Röntgenologen dankenswerterweise Einsicht genommen werden konnte. Die Erhebungen beziehen sich auf den Zeitraum des Jahres 1971.

Am Schluß der eigenen Ausführungen sollen die Ergebnisse aus freier Praxis u n d Klinik zusammen betrachtet werden, um den Wert für die G e s a m t - GSD in München mit den Werten aus dem Schrifttum vergleichen zu können.

Schrifttum

1. Geschichtlicher Rückblick

Schon kurze Zeit nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen wurde im ersten Band der "Fortschritte der Medizin auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen" im Jahr 1897 eine Arbeit von GOCHT veröffentlicht, worin er von der ersten erfolgreichen Behandlung einer Trigeminusneuralgie mittels Röntgenbestrahlung berichtet, die durch zehn Jahre hindurch therapieresistent war. Er verweist dabei ausdrücklich auf die Erzielung einer analgetischen Wirkung durch die Strahlen.

Im Jahre 1896, ein Jahr nach der Geburt dieser neuen Wissenschaft, veröffentlicht DESPEIGNES seine Erfahrungen und Beobachtungen bei der Bestrahlung eines inoperablen Magen-Carcinoms. Die ersten Berichte über Gelenkbestrahlungen finden sich in der Fachliteratur von 1897, wonach SOKOLOW - bei vier Kindern mit Gelenkrheumatismus -, v. BEUST, ESCHERICH und andere eindrucksvolle Erfolge im Hinblick auf Schmerzlinderung und Entzündungshemmung verzeichnen können.

Eine erste Zusammenfassung über den Stand der Strahlentherapie mittels ionisierender Strahlung gibt C. FREUND (1903) in seinem Werk "Grundriß der gesamten Radiotherapie". Darin finden sich schon Angaben zur Röntgenbestrahlung von Dermatosen und entzündlichen Hauterkrankungen (GLAUNER, 11).

Die Zahl der Indikationen zur Anwendung von Strahlen war in stetem Wachstum begriffen, ohne daß ein Maßstab oder eine Übereinkunft zur systematischen Anwendung ionisierender Strahlen für therapeutische Zwecke vorhanden gewesen wäre. Erst HEIDENHEIN und FRIED erarbeiteten 1924 eine "Systematik der Entzündungsbestrahlung", worin Richtlinien zur therapeutischen Strahlenanwendung gegeben werden.

Seit 1955 ist die allgemeine Tendenz zur Einschränkung der Strahlentherapie bei gutartigen Erkrankungen zu erkennen. Dafür ist in hohem Maße das zunehmende Wissen um die Schädigung des Erbgutes verantwortlich. Sehr viel dazu beigetragen hat aber auch die Einführung kortikosteroidhaltiger Therapeutica, die durch leichtere Anwendung, oft auch durch bessere Wirkung bei der Behandlung degenerativer und entzündlicher Erkrankungen in den Vordergrund gerückt sind. Der Rückgang der Bestrahlungsfrequenz von 1960 - 1972 wird auf 75% geschätzt (SCHMELZ, I., 48).

2. Darstellung des Problems

Alle Mitgliedsstaaten der EURATOM (Artikel 17 der Grundnormen der Europäischen Atomgemeinschaft für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Arbeitskräfte gegen die Gefahren ionisierender Strahlungen) haben sich verpflichtet, Erhebungen über die Strahlenexposition ihrer Bevölkerungen durchzuführen, um genaue Kenntnis von der aus den

verschiedenen Quellen stammende Strahlung zu haben. Zu den Quellen der Strahlenexposition gehören außer der natürlichen Strahlung (SEELENTAG/SCHMIER, 38) auch die in der Medizin angewandten ionisierenden Strahlen für Diagnostik und Therapie.

Nach der von der ICRP (International Commission on Radiological Protection) erarbeiteten Methode zur Durchführung solcher Ermittlungen legte UNSCEAR (Ausschuß der UNO: Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 45) 1958/1962 einen Überblick über die Wirkungen ionisierender Strahlen, sowohl natürlicher wie künstlicher Herkunft, auf den Menschen vor. Im ersten Bericht des Committee's wird festgestellt, daß im Bereich der künstlichen Strahlenexposition der medizinischen Radiologie die größte Bedeutung zukommt. Nach HORN (15) und KAPLAN (18) nimmt die Röntgendiagnostik innerhalb der medizinischen Strahlenanwendung mit 80 - 85% den breitesten Raum ein.

3. Überblick über Veröffentlichungen

Die bisher umfassendste und von der Durchführung her genaueste Arbeit hat HOLTHUSEN (16) 1958 in Hamburg durchgeführt. Bei ihm finden sich fast alle der bis zu diesem Zeitpunkt erschienenen Veröffentlichungen, die sich mit dem Thema der Keimdrüsenbelastung durch die Strahlentherapie befaßt haben. HOLTHUSEN ermittelte - nach Erhebungen der radiologischen Tätigkeit innerhalb eines Jahres -

die Keimdrüsendosen bei "wichtigen", das bedeutet gonadennahen Behandlungs- und Untersuchungsverfahren. Die übrigen Werte entnahm er dem Schrifttum und errechnete mit Hilfe einer nach dem UN-Bericht erstellten Formel (4.3.2) die genetisch-signifikante Keimdrüsendosis (GSD) für die Bevölkerung Hamburgs. Die durch die Diagnostik verursachte GSD betrug 17.7 mrem/a, die der Therapie 2.2 mrem/a.

Nach neuesten Schätzungen des Bundesgesundheitsamtes (1971, in 47) beträgt der Wert für die GSD der Röntgendiagnostik ca. 50 mrem/a, entsprechend der Zunahme der Untersuchungen seit 1958. Nach BORN (4a) beläuft sich die durch medizinische Strahlenanwendung verursachte GSD in England auf ca. 20 mrem/a, in den USA 1964: 55 mrad/a (UNSCEAR, 45).

Berichte oder Veröffentlichungen über die Strahlentherapie g u t artiger Erkrankungen in der f r e i e n Praxis allein existieren nicht. Alle Arbeiten beziehen sich auf die Tätigkeit in mittleren und großen Strahlenabteilungen von Krankenhäusern (1, 4, 8, 9, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 25, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 48).

In einigen Ländern wurden ähnliche Untersuchungen wie im Hamburg durchgeführt; unter anderen in Australien 1955 von MARTIN (624) , vom sogenannten ADRIAN COMMITTEE (46) in England 1960, in Frankreich von REBOUL u. Mitarb. 1957 (29), in Österreich von FUCHS und HOFBAUER in den Jahren 1958 (9) und 1960 (10) und in den USA von CLARK 1956 (5).

Auffallend bei allen diesen Arbeiten ist der Zeitraum ihres Erscheinens innerhalb von fünf Jahren, zwischen 1955 und 1960. Dies ist die Reaktion auf die Veröffentlichung eines Berichtes des Medical Research Council (OSBORN und SMITH, 1956, in England) und einer Arbeit der National Academy of Sciences (LAUGHLIN und PULLMANN) in den USA über die Wirkung nuklearer Strahlungen auf den Menschen (15). Gerade zu dieser Zeit wurden die Kernwaffenversuche der Großmächte und die daraus möglicherweise für spätere Generationen entstehenden Schäden intensiv diskutiert. Dabei kam man zu dem Schluß, daß nur durch die genaue Kenntnis jeder nur möglichen Strahlenquelle ein entsprechender Strahlenschutz für den Menschen gewährleistet sei.

Die in neuerer Zeit durchgeführten Untersuchungen von KOREN und MAUDAL (21) im Jahr 1963 und von TERPILAC 1971 (41) korrigieren die Ergebnisse der früheren Jahre, d.h. sie berücksichtigen die Verringerung der genetischen Belastung, die sich aus dem Rückgang der Bestahlungsfrequenzen bei den gutartigen Krankheiten ergibt.

4. Zur Durchführung der Aufgabe

Um eine gemeinsame Basis für die Durchführung ähnlicher Untersuchungen (und damit auch die Möglichkeit des direkten Vergleichs) zu schaffen, hat die ICRP Richtlinien erarbeitet, die sich aus der Durchführung bei der Untersuchung in England

von OSBORN und SMITH ableiten lassen.

Danach sind die Erhebungen in zwei Gruppen unterteilt:

4.1 Die rein statistische Erhebung

Hier werden die Häufigkeiten der verschiedenen Anwendungen ionisierender Strahlen bei den einzelnen Erkrankungen zu therapeutischen Zwecken erfaßt, getrennt nach Geschlecht und Alter der Patienten, innerhalb eines bestimmten Zeitraums und bei fest umrissener Bevölkerungszahl.

Eine Schwierigkeit der Methode besteht in diesem letztgenannten Punkt, nämlich die Personenzahl des "Einzuggebietes" der Praxen festzulegen, da diese Zahl als ein Hauptfaktor in die Formel zur Berechnung der GSD eingeht. Entsprechend dem Vorschlag der ICRP wurde ein geschlossenes Wohngebiet, das Stadtgebiet Münchens, mit bekannter Bevölkerungszahl herausgegriffen.

4.2 Keimdrüsendosis - Ermittlung

Zur Errechnung der GSD ist es notwendig, möglichst vollständig die bisher veröffentlichten Keimdrüsendosiswerte aus dem Schrifttum zu entnehmen, um einen echten Mittelwert errechnen zu können.

Dazu ist zu bemerken, daß bei verschiedenen Anwendungstypen, die wesentlich zur genetischen Belastung beitragen, und die daher besonders häufig gemessen wurden, die Werte für die Keimdrüsendosen stark untereinander differieren. Dafür sind die sehr

variablen Bedingungen sowohl auf Seiten der Bestrahlungs- und Meßtechnik wie auch körperlichen Voraussetzungen seitens des Patienten oder des verwendeten Phantoms verantwortlich.

4.3 Zur Berechnung der GSD

4.3.1 Definitionen

Im Bericht der UNSCEAR von 1958 (45) ist die GSD folgendermaßen definiert:

"Eine genetisch-signifikante Dosis kann man als die Dosis festlegen, die, wenn sie von jedem Mitglied einer Bevölkerung empfangen wird, die gleiche genetische Gesamtschädigung hervorruft, wie die von jedem Individuum tatsächlich empfangene Dosis."

In Blatt 5 (DIN 6814 , April 1972) der "Deutschen Normen" ist

"die genetisch-signifikante Dosis die Summe der mit dem genetischen Bedeutungsfaktor^{*)} multiplizierten Keimdrüsendosen für alle Angehörigen einer anzugebenden Personengruppe bei einer anzugebenden Bestrahlungsart, dividiert durch die Gesamtzahl der Bevölkerung oder der speziellen Bevölkerungsgruppe, der die von der Bestrahlung betroffenen Personen zugehören."

^{*)} nach (49): "Der genetische Bedeutungsfaktor ist das Verhältnis zwischen der für eine spezielle Bevölkerungsgruppe bestimmten Alters und Geschlechts nach der Bestrahlung noch zu erwartenden Kinderzahl je Person und der für die Gesamtbevölkerung je Person zu erwartenden Kinderzahl" (Tab. XIV)

4.3.2 Formel und Interpretation (nach HOLTHUSEN)

In älteren GSD-Berechnungen findet man einen Zeitraum festgelegt, das sogenannte "Generationsalter" der zu bestrahlenden Personen. Danach spielt die Bestrahlung einer Person bezüglich der GSD nur dann eine Rolle, wenn diese Person sich innerhalb des "Generationsalters" befindet. Eine Frau von 46 Jahren hat eine Kindererwartung von fast Null (37, Tab. XIV), d.h. sie befindet sich jenseits des "Generationsalters". In den früheren Berechnungen lag dieses meist bei 0 - 25 oder 30 Jahren.

Genauer als die vorgenannte Methode ist der von OSBORN und SMITH erstmals begangene Weg (zit. nach 16), nicht die Geburts m ö g l i c h k e i t , sondern die Geburts w a h r s c h e i n l i c h k e i t (risk of parenthood) der Personen in den verschiedenen Altersklassen zu berücksichtigen und die in jeder Altersgruppe empfangenen Strahlendosen mit den Faktoren der Kindererwartung (37) zu multiplizieren; dieses Produkt muß dann durch die Gesamtzahl der Kinder, die die zur Zeit lebenden Männer und Frauen noch bekommen werden, dividiert werden.

Alle neueren Ergebnisse, die im Bericht der UNSCEAR von 1972 veröffentlicht werden, sind nach diesem Verfahren berechnet worden.

Die im UN-Bericht verwendete Formel beinhaltet folgendes:

$$D = \frac{\sum_j \sum_k (N_{jk}^{(m)} \cdot w_{jk}^{(m)} \cdot d_{jk}^{(m)} + N_{jk}^{(w)} \cdot w_{jk}^{(w)} \cdot d_{jk}^{(w)})}{\sum_k (N_k^{(m)} \cdot w_k^{(m)} + N_k^{(w)} \cdot w_k^{(w)})}$$

Die in dieser Formel vorkommenden Ausdrücke bedeuten:

D ist die GSD pro Jahr in mrem.

$N_{jk}^{(m/w)}$ ist die Zahl der Personen eines Geschlechts (m/w) in der Altersklasse k , die eine Strahlenexposition wegen der Behandlung j in einem Jahr erfahren haben.

$\sum_k N_{jk}^{(m/w)}$ ist die Summe der Personen aller Altersklassen eines Geschlechts, die wegen einer Behandlung j eine Strahlenexposition erfahren haben (und entspricht somit dem Flächeninhalt der Altersverteilungskurven in den Abb. 4 u. 14).

$N_k^{(m/w)}$ ist die Anzahl der Personen der Altersklasse k bei einem Geschlecht.

$\sum_k N_k^{(m/w)}$ ist die Gesamtzahl der Bevölkerung eines Geschlechts.

$w_k^{(m/w)*}$ ist die Kindererwartung einer Durchschnittsperson eines Geschlechts in der Altersklasse k .

*) ad: siehe dazu Tab. XIV

$w_{jk}^{(m/w)}$ ist die Kindererwartung einer Person der Altersklasse k eines Geschlechts, d.h. die Anzahl der Kinder, die ein Angehöriger eines Geschlechts aus der Altersklasse k , der eine Strahlenexposition durch die Anwendung j erfahren hat, im statistischen Durchschnitt noch bekommen wird.

$d_{jk}^{(m/w)}$ ist die Keimdrüsendosis (in mrem), die eine Person eines Geschlechts aus der Altersklasse k , durch eine Bestrahlung erhalten hat.

In der vorliegenden Arbeit wurden die Teilwerte der Gesamt-GSD für jede einzelne Erkrankung berechnet. Dazu wurde eine in folgender Weise vereinfachte Formel benutzt:

$$D_j^* = \frac{\sum N_{jk}^* \cdot w_{jk}^* \cdot d_{jk}^*}{\sum N_k^* \cdot w_k^*}$$

Die Sterne (*) bedeuten männlich bzw. weiblich, d.h. , daß die Formel für jede Behandlung bei beiden Geschlechtern gesondert angewendet werden muß.

D_j^* ist die GSD bei der Behandlung j bei einem Geschlecht ($j = 1, 2, \dots, 24$).

5. Zur Durchführung der Untersuchungen

5.1 Erläuterungen

Wie auch in Hamburg (16), handelt es sich in München um ein in sich geschlossenes Wohngebiet, in welchem die Einwohnerzahl (1970: 1 301 084) dem Patienten-Pool der freien röntgenologischen Praxis entspricht. Bei der KV München wurden die RVO-Patienten des IV. Quartals 1971 ermittelt, die in diesem Zeitraum bei einem Röntgenologen wegen einer gutartigen Erkrankung in Behandlung standen. Aufgrund dieser Erhebungen konnten dann bei den therapietreibenden Röntgenologen die Behandlungsdaten für die ausgesuchten Patienten erfragt werden (Abb. 1: Musterbogen).

Der zweite Teil der Aufgabe bestand darin, die Angaben über Gonadendosen bei der Bestrahlung gutartiger Erkrankungen aus dem Schrifttum herauszusuchen und tabellarisch zusammenzustellen (Tab. IX). Diese Angaben waren, zusammen mit den statistischen Erhebungen (4.1), die Grundlage für die Berechnung der genetisch-signifikanten Dosis (4.3).

5.2 Abgrenzung des Themas

Bei der Errechnung der GSD wurde nur die Belastung, die durch die Bestrahlung gutartiger Krankheiten entsteht, berücksichtigt. Man ist davon ausgegangen, daß die Keimdrüsendosen, die bei der Strahlenbehandlung maligner Erkrankungen anfallen, unberücksichtigt bleiben können (STRÜTER

und RASSOW, 28, BORN 4a). Die genetische Belastung spielt hier gegenüber dem primären Bemühen zur Erhaltung des Lebens eine untergeordnete Rolle. Auch ist die Kindererwartung bei diesen Patienten stark herabgesetzt und bewegt sich schon bei jüngeren Patienten gegen Null.

Nach KOREN und MAUDAL (21) liegt der Wert der GSD durch die Bestrahlung von Malignomkranken bei 0.1 mrem/a. Er liegt damit innerhalb des Schwankungsbereichs von $\pm 50\%$ der GSD von 0.6 mrem/a, der sich durch die Bestrahlung gutartiger Krankheiten 1963 in Norwegen ergab.

Eigene Untersuchungen

1. Tabellen

1.1 Erläuterungen zu den Tabellen

Tab. Ia und Ib zeigen die Werte der statistischen Erhebung der Erkrankungsfälle 1971 von München, jeweils verglichen mit den Angaben von HOLTHUSEN (16). Die zusammengefaßten Werte aus freier Praxis und Klinik (48) ermöglichen eine Aussage über das Häufigkeitsverhältnis der Bestrahlungen bei Männern und Frauen, und außerdem über den Bestrahlungsrückgang.

Tab. II enthält die Angaben über die Altersgliederungen der bestrahlten Fälle, getrennt nach Geschlecht, sowie die Gesamtzahlen.

Tab. IIIa und IIIb geben die Incidenz der bestrahlten Fälle wieder. Unter Incidenz wird die Häufigkeit der behandelten Fälle je 10000 Einwohner aus der zugehörigen Altersgruppe verstanden.

Die Altersgliederung der Einwohner Münchens wurde aus den Unterlagen des Statistischen Landesamtes für Bayern zusammengestellt.

Tab. IV vermittelt einen Überblick über die Behandlungsdaten jeder einzelnen Erkrankung. Die Oberflächendosen, die pro Sitzung appliziert werden, sind nicht der Durchschnittswert, der sich aus der Gesamtdosis, dividiert durch die Gesamtsitzungen pro Erkrankung ergäbe, sondern

sie stellen die am häufigsten angewandten Dosishöhen dar.

Tab. V enthält die Altersverteilung der Fälle. Die unter "ges. 71" angegebenen Werte bezeichnen die durch die Hochrechnung von einem Quartal auf das ganze Jahr gewonnenen Zahlen.

Tab. VI vermittelt die Daten über die absolute und relative Häufigkeit der behandelten Fälle.

Tab. VII : Hier wird dargestellt, welche Krankheiten in wievielen Praxen bestrahlt wurden.

Tab. VIII: In dieser Zusammenstellung sind die im Jahr 1971 applizierten Oberflächendosen nach Strahlenarten und Bestrahlungsarten aufgeschlüsselt. Auch die Dosen für das IV. Quartal und das ganze Jahr 1971 sind angegeben.

Tab. IX enthält die Zusammenstellung der im Schrifttum ermittelten Gonadendosiswerte für die einzelnen Erkrankungen oder Regionen. Innerhalb eines Geschlechts wurden zwei Altersgruppen aufgestellt; die eine faßt die Personen von 0 - 14 Jahre zusammen, die andere die über 14 Jahre. Eine genauere und an sich wünschenswertere Unterteilung der zweiten Gruppe in mehrere Altersklassen, wie das in den vorhergehenden Tabellen geschehen ist, war hier nicht möglich, da im Schrifttum immer diese beiden Gruppen einander gegenübergestellt werden. Aus allen Werten für eine Erkrankung oder eine bestrahlte Region wurde der Mittelwert gebildet

(unterstrichene Zahl), der dann zur Berechnung der GSD in die Formel einging.

Die Angaben im Schrifttum über die Keimdrüsendosiswerte sind oft nicht für eine Erkrankung, sondern für eine bestrahlte Körperregion angegeben (beim Phantom). Die Werte wurden daher der jeweiligen Erkrankung, die in einer dieser Regionen lokalisiert war, zugeordnet und als die Dosis angesehen, die bei der Bestrahlung appliziert wurden.

In der Aufstellung sind alle Dosisangaben - soweit dies nicht schon vom Autor selbst getan worden war - auf je 100 R-Gewebe-Oberflächendosis umgerechnet worden. Das geschah deshalb, damit erstens vergleichbare Werte angegeben werden konnten, und zum zweiten, damit ein einfacher Multiplikationsfaktor entstand zur Errechnung der Keimdrüsendosis bei einer vollständigen Behandlungsserie (z.B.: Angabe von 15 mR/250 R; Umrechnung auf 100 R ergibt eine Keimdrüsendosis von 6 mR. Wurde bei den Patienten eine Gesamteinstrahldosis von 500 R verwendet, so ergab sich eine Keimdrüsendosis von $5 \cdot 6 \text{ mR} = 30 \text{ mR}$).

In der Spalte unter "Schrifttum Nr. " sind die Autoren nach ihrer Ziffer im Schrifttum-Verzeichnis aufgeführt. Die Zahlen I und II bezeichnen Gruppe (Kinder 0 - 14, Erwachsene über 14) und Geschlecht der bestrahlten Person.

Tab. X gibt einen Überblick über die errechneten GSD-Werte, eingeteilt nach den Altersgruppen Kinder und Erwachsene und getrennt nach Geschlecht (siehe Erl. zu Tab. IX).

Die Spalte "Bemerkungen" enthält Autorennamen dann, wenn ihre Dosisangaben dem Mittelwerte der übrigen entsprach oder sehr nahe kam und anstelle eines Mittelwertes verwendet wurde. Bei der Angabe "GSD = 0" handelt es sich um bestrahlte Krankheiten bei weiblichen Patienten, die die Generationsaltersgrenze von 45 Jahren überschritten haben (SEELENTAG V, 37), d.h. die Kindererwartung ist gleich Null. Damit wird, da die Null als Multiplikationsfaktor in die Formel eingeht, der gesamte Ausdruck für $D = 0$ (Tab. XIV).

Tab. XI: Die GSD-Werte der Tab. X werden hier für die gleiche Erkrankung bei beiden Geschlechtern zusammengefaßt.

Die Zahlen unter der Spalte "%-Anteil" sagen aus, mit welchem Anteil die GSD der einzelnen Erkrankungen am Zustandekommen der Gesamt-GSD beteiligt sind.

Tab. XII vermittelt einen abschließenden Überblick über die bisher veröffentlichten GSD-Berechnungen für die Therapie. Dabei wird von den Autoren oft nicht eindeutig genug zwischen GSD's von gut- und bösartigen Erkrankungen unterschieden. Aus vorgenannten Gründen (4.5) ist jedoch ein direkter Vergleich des eigenen Ergebnisses mit denen des Schrifttums zulässig.

Tab. XIII enthält eine vereinfachte Fehlerrechnung zu den in den Tabellen angeführten Fallzahlen. Es wird die Fehlerbreite (+/-) ermittelt, die durch

die Hochrechnung von etwa 14% der Erkrankungsfälle (aus IV/71) auf die 100% des ganzen Jahres 1971 entsteht.

Beispiel: Wenn nur ein Fall einer Erkrankung im IV. Quartal 1971 erfaßt wurde, liegt die Fehlerbreite bei 25%, d.h. es wurden mit großer Wahrscheinlichkeit nicht (die hochgerechneten) 7 Erkrankungen bestrahlt, sondern zwischen 5 und 9 Fälle.

Tab. XIV ist eine Zusammenstellung der vom Bundesgesundheitsamt in Berlin im Jahre 1970 errechneten Kindererwartungszahlen für die BRD; diese Werte gehen unter den Bezeichnungen w_k und w_{jk} in die Formel zur Berechnung der GSD ein.

1.2 Tabellen I - XIV

Tab. Ia: Häufigkeitsverhältnis der Bestrahlungen bei
Männern und Frauen in München und Hamburg

	Therapie	m	w	gesamt	% m	% w
München ¹⁾	gutartige	928	1809	2737	33.4	66.6
München ²⁾	gutartige	720	1469	2189	32.9	67.1
Hamburg ³⁾	gut-u.bösartige	9101	15413	24516	37.1	62.9

¹⁾ Fälle aus freier Praxis u n d Klinik (aus)

²⁾ Fälle aus der freien Praxis a l l e i n

³⁾ Bestrahlungen wegen gut- und bösartiger Erkrankungen
u n d Radiojod-Diagnostik

Tab. Ib: Häufigkeitsverhältnis von Männern und
Frauen und Bestahlungsrückgang seit 1958
in Hamburg

	m	w	gesamt	m : w
München 1971	928	1809	2737	1 : 1.95
Hamburg 1958	9103	15413	24516	1 : 1.69
Rückgang auf	10.2%	11.7%	11.3%	-----

Tab. II: Altersgliederung der bestrahlten Fälle in der freien Praxis

	0-14	15-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	45-50	ü.50	ges.
m	-	-	21	21	21	29	36	66	526	720
w	29	7	-	29	7	21	29	108	1239	1469
ges.	29	7	21	50	28	50	65	174	1765	2189

Tab. IIIa: Incidenz der bestrahlten Fälle in der freien Praxis (Anzahl der Fälle pro 10000 Einwohner in der zugehörigen Altersgruppe)

	0-14	15-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	ü.50	gesamt
m	-	-	3.56	2.73	3.33	6.44	9.0	18.33	31.4	11.6
w	2.93	1.7	-	4.26	1.25	5.25	6.74	21.6	55.31	21.6
ges.	1.43	0.89	1.81	3.45	2.39	5.8	7.8	20.8	46.2	16.8

Tab. IIIB: Altersgliederung der Bevölkerung und Einwohnerzahl der kreisfreien Stadt München 1970

Altersklasse	Männer	Frauen	gesamt
0-14	103963	99017	202980
15-20	38635	41189	79824
21-25	58997	57081	116078
26-30	77183	68320	145503
31-35	62944	55894	118838
36-40	45479	40399	85878
41-45	40530	42840	83370
46-50	36522	49949	86471
über 50	157494	224648	382142
-	621747	679337	1301084
=====			

Tab. IV: Strahlenbehandlung der einzelnen Erkrankungen

Nr.	Erkrankung	Anzahl d. Gesamtdosis		R/Sitz. etwa	Behandlungs-	
		Sitzungen	(in R)		Minimum	Maximum
	Haemangiome					
1	Nase	2	400	100	-	-
2	Nacken	20	3400	140	300	2000
3	Fuß	7	5200	400	600	3000
	Arthro/Arthrit.					
4	HWS	325	27170	90	150	1050
5	BWS	20	2600	150	600	1200
6	LWS/Sacrum	86	10850	140	400	2000
7	Periarthr. hum.scap.	391	39400	110	150	1280
8	Epicondyl. humeri	59	5160	90	100	800
9	Handgelenk	46	2560	80	300	700
10	Coxarthrose	221	22875	120	300	2000
11	Gonarthrose	709	82235	125	200	900
12	Sprunggelenk	21	2300	110	700	800
13	Calc.Sporn	234	22230	90	260	900
	Sonstige					
14	Konjunktiv.	5	500	100	-	-
15	Pteryg.Auge	34	51000	1500	1500	6000 (⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Ytt)
16	Trigeminus	6	300	50	-	-
17	Fibromat.max.	5	500	100	-	-
18	Parotitis	9	2000	210	100	1000
19	Hidradenitis	25	6000	240	300	1400
20	Mastitis	1	50	50	-	-
21	Tietze-Syn.	9	570	60	250	320
22	Induratio penis plastica	16	1800	175	-	-
23	Hand(Ek/Psor/ Warze)	49	3200	70	500	1050
24	Fuß(Warze)	2	400	200	-	-
4/71	gesamt	2302	292730	-	-	-
	1971:	16574	2107656			

Tab. V: Alters- u. Geschlechtsverteilung der Patienten und Erkrankungen

Nr.	G	o-14	15-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	ü.50	RV0	4/71	ges.71 ^{*)}
1	m												
	w	1										1	7
2	m												
	w	2								1		3	21
3	m												
	w	1										1	7
4	m							1	2	15		18	130
	w				1			1	5	18		25	180
5	m							1		1		2	15
	w								1			1	7
6	m									7		7	50
	w								1	5		6	43
7	m					1	1		1	21		24	173
	w							2	1	30		33	239
8	m								3	3		6	43
	w				1				2			3	21
9	m												
	w								1	3		4	29
10	m									4		4	29
	w									17		17	123
11	m			2					1	10		13	93
	w						1		1	72		74	533
12	m								1			1	7
	w				1					1		2	15
13	m			1			1	1		7		10	72
	w				1	1		1	1	14		18	130
14	m												
	w									1		1	7
15	m				2			1	1	3		7	50
	w								1	5		6	43

Übertrag: 4 o 3 6 2 3 8 23 268 287 2067

Fortsetzung von Tabelle V:

Nr. G		o-14	15-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	ü.50	RVO	4/71	ges.
		4	0	3	6	2	3	8	23	268		287	2067
16	m												
	w									1		1	7
17	m												
	w						1					1	7
18	m												
	w								1			1	7
19	m					1	1					2	15
	w				1							1	7
20	m												
	w						1					1	7
21	m					1	1					2	15
	w												
22	m									1		1	7
	w												
23	m									1		1	7
	w		1							4		5	36
24	m												
	w							1				1	7
gesamt:		4	1	3	7	4	7	9	24	245		304	2189

Tab. VI: Absolute u. rel. Häufigkeit der bestr. Erkrank.

Erkrankung	Alter	absolute H.	relative H. (%)
1 Haemang. Nase	K	7	0.32
2 Haemang. Nacken	K/E	21	0.96
3 Haemang. Fuß	K	7	0.32
4 HWS	E	310	14.15
5 BWS	E	22	1.01
6 LW/Sacrum	E	93	4.3
7 Periarthrit. hum. scap.	E	412	18.9
8 Epicondyl. hum.	E	64	2.94
9 Handgelenk	E	29	1.33
10 Coxarthrose	E	152	6.9
11 Gonarthrose	E	626	28.75
12 Sprunggel.	E	22	1.01
13 Calcan. Sporn	E	202	9.25
14 Konjunktivit.	E	7	0.32
15 Pteryg. Auge	E	93	4.3
16 Trigeminus	E	7	0.32
17 Fibromatosis maxillaris	E	7	0.32
18 Parotitis	E	7	0.32
19 Hidrad. Axilla	E	22	1.01
20 Mastitis	E	7	0.32
21 Tietze-Syndrom	E	15	0.68
22 Ind. pen. plast.	E	7	0.32
23 Hand (Ekzem, Psor., Warze)	E	43	1.98
24 Fuß (Warze)	E	7	0.32

g e s a m t :

2189

100.35

Tab. VII: Die Anzahl der in jeder freien Praxis
bestrahlten Erkrankungen

Nr.	Krankheit oder Lokalisation	Zahl der diese Erkrankung bestrahlenden Praxen
1	Haemangiom Nase	1
2	Haemangiom Nacken	2
3	Haemangiom Fuß	1
4	HWS	11
5	BWS	3
6	LWS und Sacrum	7
7	Schultergelenk	13
8	Ellenbogengelenk	6
9	Handgelenk	3
10	Hüftgelenk	9
11	Kniegelenk	14
12	Sprunggelenk	3
13	Calcaneussporn	6
14	Auge (Konjunktivitis)	1
15	Auge (Pterygium)	1
16	Trigeminus	1
17	Fibromatosis maxillae	1
18	Parotitis	1
19	Hidradenitis axillae	2
20	Mastitis	1
21	Tietze-Syndrom	2
22	Induratio penis plastica	1
23	Hand(Ekzem/Psoriasis/Warze)	5
24	Fuß (Warze)	1

Tab. VIII: Angewandte Strahlenarten und Applikationshöhen 1971 in der freien RÖ-Praxis

Nr.	Bestrahlungsart	Strahlenart	Erwachs.	Kinder	RVO IV/71	Appliz. Dosis (R)	Bestrahlungs- fälle gesamt 1971	Applizierte Gesamtdosis (R)
1	Oberfläche	Röntgen	9	4	13	16200	93	116600
2	Tiefe	Röntgen	278	-	278	225530	2003	1625256
3	Oberfläche	⁹⁰ Sr-Ytt Beta-Strahl.	13	-	13	51000	93	367200
4	Tiefe	Cobalt 60 Gamma-Strhl.	-	-	-	-	-	-
5	Oberfläche	Elektronen	-	-	-	-	-	-
gesamt:								
			300	4	304	292730	2189	2109056

Tab. IX: Übersicht über Keimdrüsendosiswerte aus dem Schrifttum und den daraus errechneten und verwendeten Mittelwerten (M), jeweils pro 100 R

Nr. Erkrankung	männlich(I)		weiblich(II)		Schrifttum Nr.:	
	0-14	über 14	0-14	über 14	(I)	(II)
Haemangiome						
1 Nase	0.8-10	6	0.5-28	-	13/35	35
2 Nacken	"	"	"	-	"	"
	<u>M 5.4</u>	<u>6</u>	<u>14.25</u>			
3 Fuß	7.5-10	94	2.5	0	32/21	32, 21
		0.01			33	
	<u>M 8.75</u>	<u>47</u>	<u>2.5</u>	<u>0</u>		
Arthrosen u. Arthritiden						
4 HWS	-	7	-	10	21	21
	-	10	-	10	9	9
	-	6	-	22	35	32
	-	11	-	10-12	32	16
	-	6-9	-		16	
	<u>M</u>	<u>8.17</u>		<u>14.7</u>		
5 BWS	-	30	-	80	10	10
	-	31	-	03	30	30
	-	12	-	80	20	20
	-	23	-	47	21	21
	-	4.0-91	-	4.0-91	1	1
	<u>M</u>	<u>31.93</u>		<u>05.9</u>		
6 LWS/Sacr.	-	100-520	-	600-16400	30, 21	30, 21
	-	150	-	1200	16	16
	-	110	-	1600	32	32
	-	300	-	-	0	
	-	3000	-	-	26	
	-	3500	-	20000	17	17
	-	4000	-	25000	30	30
	-	7500	-	37000	20	20
	<u>M</u>	<u>1500</u>		<u>27330</u>		

Fortsetzung Tab. IX:

Nr.	Erkrankung	männlich(I)		weiblich(II)		Schrift- tum (I)	Nr.: (II)
		o-14	über 14	o-14	über 14		
7	Periarthr.	-	15	-	18	21	21
	hum.scap.	-	14	-	24	20	20
		-	10	-	-	26	
		-	12	-	30	21	21
	<u>M</u>		<u>12.75</u>		<u>24</u>		
8	Epicondyl. <u>M</u>	-	<u>14</u>	-	<u>33</u>	21	21
9	Handgel. <u>M</u>	-	<u>2</u>	-	<u>2</u>	35	35
10	Coxarthr.	-	7300	-	3900	20	20
		-	3000	-	2500-30000	40	40
		-	300	-	-	26	
		-	3500	-	20000	17	17
		-	9000	-	15000-80000	39	39
		-	4220	-	520	21	21
	<u>M</u>		<u>4550</u>		<u>21100</u>		
11	Gonarthr.	3891	1400	413	-	35/35	35
		-	200-1200	-	-	26	
		-	850	-	-	30	
		-	390	-	56	21	21
		-	120	-	-	20	20
	<u>M</u>		<u>693</u>		<u>38</u>		

Tab. X: GSD(mrem) berechnet aus Mittelwerten des Schrifttums

Nr.	Diagnose	G	Altersklasse		Bemerkungen
			0-14	über 14	
Haemangiome					
1	Nase	m	-	-	
		w	0.00056542	-	
2	Nacken	m	-	-	
		w	0.000801	-	
3	Fuß	m	-	-	
		w	0.0042362	-	
Arthrosen Arthritiden					
4	HWS	m	-	0.00011671	Holthusen
		w	-	0.00008064	"
5	BWS	m	-	0.00038685	"
		w	-	0.0	heißt <u>über</u> Gene- rationsalter
6	LWS/Sacrum	m	-	0.00784116	vgl.Holthusen
		w	-	0.0	0.0049673
7	Periarthr. hum.scap.	m	-	0.00199382	
		w	-	0.00008208	
8	Epicondyl. humeri	m	-	0.00014947	
		w	-	0.00060898	
9	Handgelenk	m	-	-	
		w	-	0.00002462	
10	Coxarthro.	m	-	0.01554027	
		w	-	0.0	
11	Gonarthro.	m	-	0.1406507	
		w	-	0.00004601	
12	Sprunggel.	m	-	0.00004385	Koren/Maudal =
		w	-	0.00014609	Mittelwert
13	Calc.Sporn	m	-	0.00508572	vgl.Schumann/ Lademann(35)
		w	-	0.0008887	
Sonstige					
14	Konjunktiv.	m	-	-	
		w	-	0.0	

Fortsetzung der Tabelle X:

Nr.	Diagnose	G	Altersklasse		Bemerkungen
			0-14	über 14	
15	Pteryg.Auge	m	-	0.00117288	Schirren(32) = Mittelwert
		w	-	0.0	
16	Trigeminus	m	-	-	
		w	-	0.0	
17	Fibromat. maxillaris	m	-	-	
		w	-	0.00001454	
18	Parotitis	m	-	0.00038016	Glauner(12) = Mittelwert
		w	-	0.0	
19	Hidradenit.	m	-	0.00173433	Holthusen vgl. Holthusen 0.00090374
		w	-	0.00209793	
20	Mastitis	-	-	-	
		w	-	0.00009957	
21	Tietze-Syn.	m	-	0.00055807	Schumann/Lade- mann=Mittelwert
		w	-	-	
22	Induratio penis plastica	m	-	0.00059602	
		w	-	-	
23	Hand(Ekzem, Psor., Warze)	m	-	0.00205524	
		w	-	0.00054454	
24	Fuß(Warze)	m	-	-	
		w	-	0.00528876	

g e s a m t :

0.00560262

0.18835848

0.19396120

Tab. XI: GSD u. %-Anteil an Gesamt-GSD der bestr. Erkrankungen

Erkrankung	Alter	GSD (mrem)	%-Anteil
1 Haemang. Nase	K	0.00056542	0.3
2 Haemang. Nacken	K/E	0.000801	0.41
3 Haemang. Fuß	K	0.0042362	2.2
4 HWS	E	0.00019735	0.1
5 BWS	E	0.00038685	0.2
6 LWS/Sacrum	E	0.00784116	4.0
7 Periarthritis hum.scap.	E	0.0020759	1.1
8 Epicondyl.hum.	E	0.00075845	0.4
9 Handgelenk	E	0.00002462	0.01
10 Coxarthrose	E	0.01554027	8.0
11 Gonarthrose	E	0.14069671	72.5
12 Sprunggelenk	E	0.00018994	1.0
13 Calcaneussporn	E	0.00597442	3.0
14 Konjunktivitis	E	0.0	0.0
15 Pterygium Auge	E	0.00117288	0.6
16 Trigeminus	E	0.0	0.0
17 Fibromat.maxill.	E	0.00001454	0.007
18 Parotitis	E	0.00038016	0.2
19 Hidraden.Axilla	E	0.00383227	2.0
20 Mastitis	E	0.00009957	0.05
21 Tietze-Syndrom	E	0.00055807	0.28
22 Induratio penis plastica	E	0.00059602	0.31
23 Hand (Ekzem-Pso-riasis, Warze)	E	0.00259978	1.34
24 Fuß(Warze)	E	0.00528876	2.73
gesamt:		0.19396120	100.74

Tab. XII: Die GSD-Werte für die Strahlentherapie aus dem Schrifttum im Vergleich zum eigenen Ergebnis

Land	Jahr	Autor(en)	GSD/a	
Niederlande	1951	Scholte/Vianen	3.1-12.1 mrad	E ²⁾
Australien	1955	Martin	28 mrem	S ²⁾
Dänemark	1956	Jørgsholm	25 mrem	S
USA	1956	Clark	12 mrem	S
Dänemark	1957	Purser/Qvist	0.22-0.33mrem	S
Frankreich	1957	Reboul	3.1 mrad	E
USA	1957	Laughlin	10 mrem	S
England	1957/58	Committee	4.47 mrem	E
BRD(Hamburg)	1958	Holthusen	2.2 mrem	E
Österreich	1958	Fuchs	6.6 mR	S
Ungarn(Budapest)	1959	Csákány	0.6 mR	S
Österreich	1960	Fuchs/Hofbauer	0.77 mR	S
BRD(Kiel)	1962	Wagner ¹⁾	2.5 mR	S
Norwegen	1963	Koren/Maudal	0.6 ⁺ 0.3 mrem	E
USA	1971	Terpilac	2.2-2.4 mrem	S
BRD(München)	1973		0.6 ⁺ 0.2 mrem	E

1) Wagner gibt den Wert für dermatologische Erkrankungen, gut- und bösartig, an

2) S = Schätzwerte, E = errechnete Werte

Tab. XIII: Fehlerrechnung

M	m	$2\sqrt{\frac{N-n}{N}}$	$\cdot \sqrt{\frac{N-M}{N}}$	$\cdot \sqrt{m}$	dm=dM	$\frac{dm}{M} = \text{rel. Fehler}$ -%
7.2	1	1.83	0.998	1.0	1.8249	25.4
14.4	2	"	0.9962	1.41	2.5705	17.85
21.6	3	"	0.9942	1.732	3.1511	14.589
28.8	4	"	0.9932	2.0	3.6318	12.61
36.0	5	"	0.9903	2.236	4.0525	11.257
49.4	7	"	0.9883	2.618	4.7348	10.91
72.0	10	"	0.9806	3.1622	5.6743	7.881
100.8	14	"	0.9728	3.732	6.6978	6.645
108.0	15	"	0.9708	3.873	6.8804	6.371
122.4	17	"	0.9669	4.123	7.2955	5.96
129.6	18	"	0.9649	4.2436	7.4915	5.78
151.2	21	"	0.9589	4.583	8.0418	5.312
216.0	30	"	0.8851	5.477	8.8722	4.12

M	=	m·7.2, d.h. M ist die auf das ganze Jahr hochgerechnete Zahl m mit dem Hochrechnungsfaktor 7.2
m	=	Fallzahl von IV/1971 in den einzelnen Altersgruppen
N	=	Zahl der <u>ausgezählten Patienten</u> 1971(1881)
n	=	Zahl der erfaßten Fälle VI/1971(304)
dm,dM	=	<u>absoluter</u> Fehler von m, M
$\frac{dm}{M}$	=	<u>relativer</u> Fehler von m, M

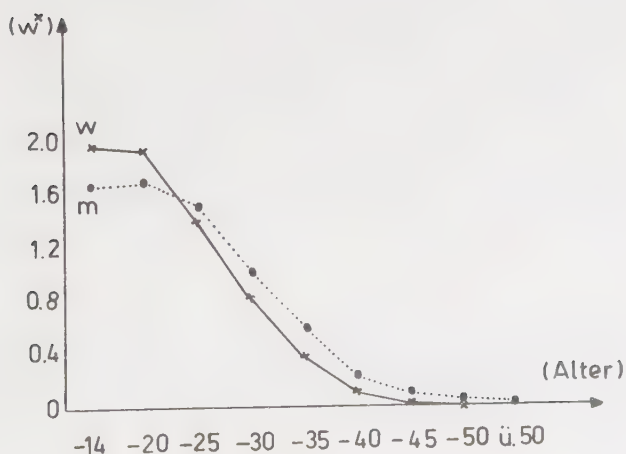
Tab. XIV: Kindererwartungswerte für die Bundesrepublik Deutschland (BGA Berlin 1970)

Kindererwartung für Personen im Alter von bis	$w^{(m)}$ (männlich)	$w^{(w)}$ (weiblich)
0 - 14	1.6722	1.9916
15 - 20	1.6867	1.9518
21 - 25	1.5365	1.4670
26 - 30	1.0897	0.8527
31 - 35	0.5987	0.3875
36 - 40	0.2687	0.1263
41 - 45	0.0972	0.0194
46 - 50	0.0317	0.0006
über 50	0.0036	0.0

0.0171

0.0003

w = der Kindererwartungswert, der in die Formel zur Berechnung der GSD mit eingeht



Diskussion

1. Besprechung der Ergebnisse aus den Tab. I - VIII

1.1 Bemerkungen zu den Zahlenwerten in den Tabellen und Abbildungen

Die Zahlenwerte, die in den Tabellen und Abbildungen verwendet wurden, stellen das Ergebnis der auf das ganze Jahr 1971 hochgerechneten RVO-Patientenzahl des IV. Quartals 1971 dar. Die Auszählung von IV/71 ergab eine Patientenzahl von 304, die wegen gutartiger Erkrankungen bestrahlt wurden. Aus den Angaben der Ärzte und aus den Unterlagen der KV ließen sich ein durchschnittlicher RVO-Anteil der Scheine in den röntgenologischen Praxen von ca. 55% ermitteln. Ersatzkassen und Privatpatienten stellten den zweiten großen Block mit 45%. Daraus ergibt sich für die Errechnung der Gesamtpatientenzahl für IV/1971 der Faktor 1.8, um von den ausgewerteten RVO-Scheinen von 304 Fällen auf die Gesamtzahl von 547 Fällen zu kommen.

Für das ganze Jahr 1971 wurde diese errechnete Fallzahl noch mit dem Faktor 4 multipliziert, wodurch man die Gesamtzahl von 2.189 bestrahlten Fällen erhält. Der Fehler, der sich bei der Hochrechnung einstellt, ist aus Tabelle XIII ersichtlich.

Die tatsächliche, für das Jahr 1971 durch Auszählung gewonnene Patientenzahl war aber 1881. Das bedeutet eine Differenz von 308 Patienten zwischen errechneter und ausgezählter Patientenzahl bzw. 14.3%. Dieser "Fehler" läßt sich auf folgende Tatsachen zurück-

führen:

Wurde z.B. bei einem Patienten eine Bestrahlung an beiden Knien vorgenommen, so ging er in die Statistik als "zwei Patienten" oder besser als "zwei Fälle" ein. Wurde die Halswirbelsäule, das Schultergelenk der einen und die Hüfte der anderen Seite behandelt, so wurden der eine Patient als "drei Fälle " gezählt.

Dieses Vorgehen ist berechtigt, erstens durch die Aufstellung und Aufschlüsselung der Erhebungsbögen (Abb. 1) nach bestrahlten Organen oder Regionen, zweitens durch verschiedene Lokalisation derselben Erkrankung oder auch eine völlig andersartige Krankheit beim gleichen Patienten. Zum dritten ergäben sich falsche, d.h. zu hohe und damit zu berechtigter Kritik veranlassende Gesamtdosiswerte für eine Behandlung.

Im erfaßten Zeitraum (IV/1971) wurden nun 35 Patienten ermittelt, bei denen wegen zwei, drei und in einem Fall wegen vier Erkrankungen oder wegen unterschiedlicher Lokalisation einer Erkrankung eine Strahlenbehandlung durchgeführt wurde. Multipliziert man diese 35 Patienten mit dem "Jahresfaktor" 7,2, erhält man ziemlich genau die Differenz der beiden Jahresgesamtzahlen. Die tatsächliche Patientenzahl ist also 1881, die tatsächliche und auch immer verwendete Fallzahl ist 2189.

In der folgenden Diskussion und der Tabellenbesprechung wird aus diesen Gründen nicht von Patienten, sondern von Fällen gesprochen. Damit soll

zum Ausdruck kommen, daß ein Patient wegen mehrerer Erkrankungen bestrahlt werden konnte.

1.2 Tab. Ia und IB: Patienten- und Ärztezahlen
im Vergleich mit Hamburg

Der Überblick über die Fallzahlen in München und Hamburg kann aus Tab. Ia gewonnen werden. Dabei ist festzustellen, daß bei der Bestrahlung gutartiger Erkrankungen ein Drittel der Fälle von männlichen, zwei Drittel von weiblichen Patienten stammt. Vergleicht man dazu die Werte von HOLTHUSEN (16) von 1958, so hat sich in der Geschlechtsverteilung in den dazwischenliegenden 13 Jahren nichts geändert. Der Rückgang der Strahlenbehandlung ist dagegen sehr augenfällig. Hier sind es nur noch 21% der Fälle (alle Fälle aus Klinik (48) und freier Praxis, gut- und bösartig zusammen), die 1958 in Hamburg erfaßt wurden (dabei ist zu beachten, daß bei HOLTHUSEN die Radiojoddiagnostik mitgerechnet ist, die rund 8% der Fälle ausmacht). Die Strahlentherapie gutartiger Erkrankungen verringerte sich um 82%, von 15450 auf 2737 Fälle (Tab. Ib). Bei HOLTHUSEN nahm die Bestrahlung der bösartigen Erkrankungen nur 28.8% in Anspruch, in München sind es 50% (zus. mit Klinik (48); absolut betrachtet jedoch weit weniger als in Hamburg).

Die Frequenz der gutartigen Bestrahlungen, d.h. die Anzahl der Behandlungen in der Praxis, bezogen auf die Gesamtzahl der Einwohner, liegt bei 0.012 (was besagt, daß jeder Bewohner Münchens etwa alle 80 Jahre einmal bestrahlt wurde).

Über die Anzahl der Röntgenologen gibt Abb. 2 Auskunft:

Gesamtzahl	:	63	≐	100	%
Therapieerlaubnis	:	28	≐	44.5	%
therapeutisch tätig (IV/71)	:	14	≐	22.2	%
nur diagnostisch tätig	:	35	≐	55.5	%

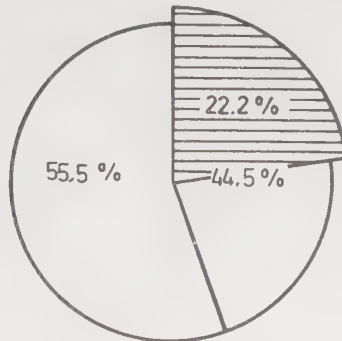


Abb. 2: Übersicht der niedergelassenen Röntgenologen in München (1971)

In welchem Ausmaß in der freien Praxis gut- und bösartige Therapie betrieben wird, veranschaulicht Abb. 3.

Abb. 3: Anteil der gutartigen Therapiefälle an der Gesamttherapie 1971 in 14 Praxen in München

Gesamttherapie 1971 (14 Praxen ausgezählt): 2245 Pat.

davon mit
gutartigen Erkr.: 1881 Pat. bösartigen Erkr.: 364 Pat.



Daraus ist zu entnehmen, daß in der freien Röntgenpraxis nur 16.2% aller bestrahlten Patienten (hier ausgezählte Patienten im Gegensatz zu den sonst verwendeten Fällen (dazu 1.1)) wegen einer bösartigen Erkrankung den Arzt aufsuchen mußten. Diese Zahl erscheint niedrig im Vergleich mit den 83.8% der gutartigen Fälle (Klinik: 18.6% gut- und 81.4% bösartige Erkrankungen (48)).

Diese Tatsache ist damit zu erklären, daß die überwiegende Zahl der Malignom-Patienten bettlägerig ist, oft eine Intensivbehandlung benötigt, und damit von vornherein stationär aufgenommen wird. Außerdem ist die Einrichtung, die in den Kliniken zur Malignombestrahlung benötigt wird, für den Arzt in der Praxis meist zu kostspielig.

1.3 Tabelle II und III: Altersgliederung, Incidenz und rel. Frequenz der bestrahlten Fälle

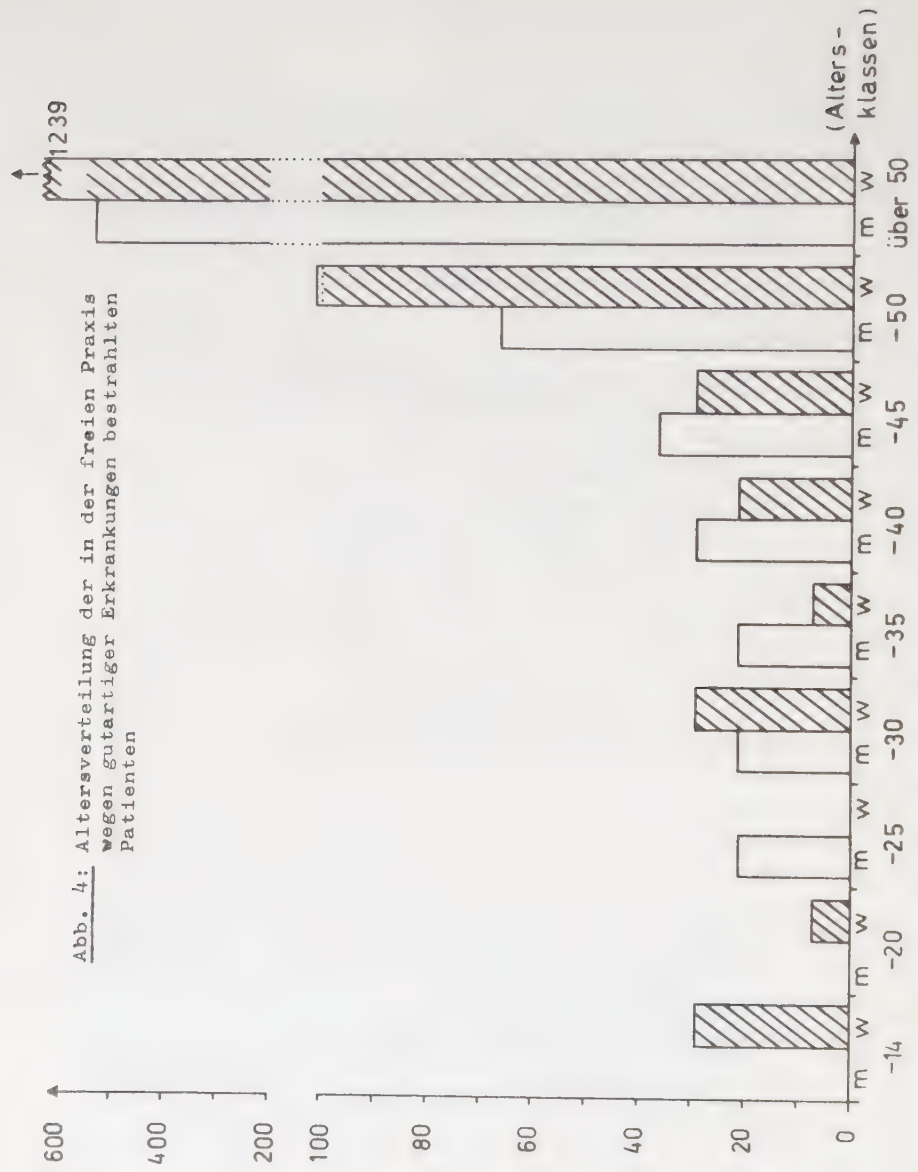
Die Einteilung der Erkrankten in die einzelnen Altersklassen wurde unter dem Aspekt der "relativ zu erwartenden Kinderzahl" nach SEELENTAG (37, dazu Tab. XIV) vorgenommen. Die beiden Gruppen 0 - 14 Jahre und über 50 Jahre wurden aus kleineren Untergruppen neu gebildet. Das erschien hier zweckmäßig, da in der freien Praxis die Fallhäufigkeit in der Gruppe von 0 - 14 Jahren am geringsten ist, in der Gruppe über 50 Jahre die genetische Belastung eine abnehmend wichtigere Rolle spielt.

Auffallend ist bei der Betrachtung der Tabelle II und der Abb. 4, daß die Häufigkeit der bestrahlten Fälle in den mittleren Altersklassen (26 - 45 Jahre) bei Männern und Frauen gleich hoch ist, wogegen in der Gruppe von 0 - 20 Jahren nur weibliche Patienten behandelt worden sind. Das Verhältnis von einem Drittel zu zwei Dritteln zwischen Männern und Frauen entsteht erst in den Altersklassen ab 45 Jahren aufwärts. Wie aus Abb. 5 ersichtlich ist, stellen die Fälle aus diesen Altersklassen über 80% des gesamten

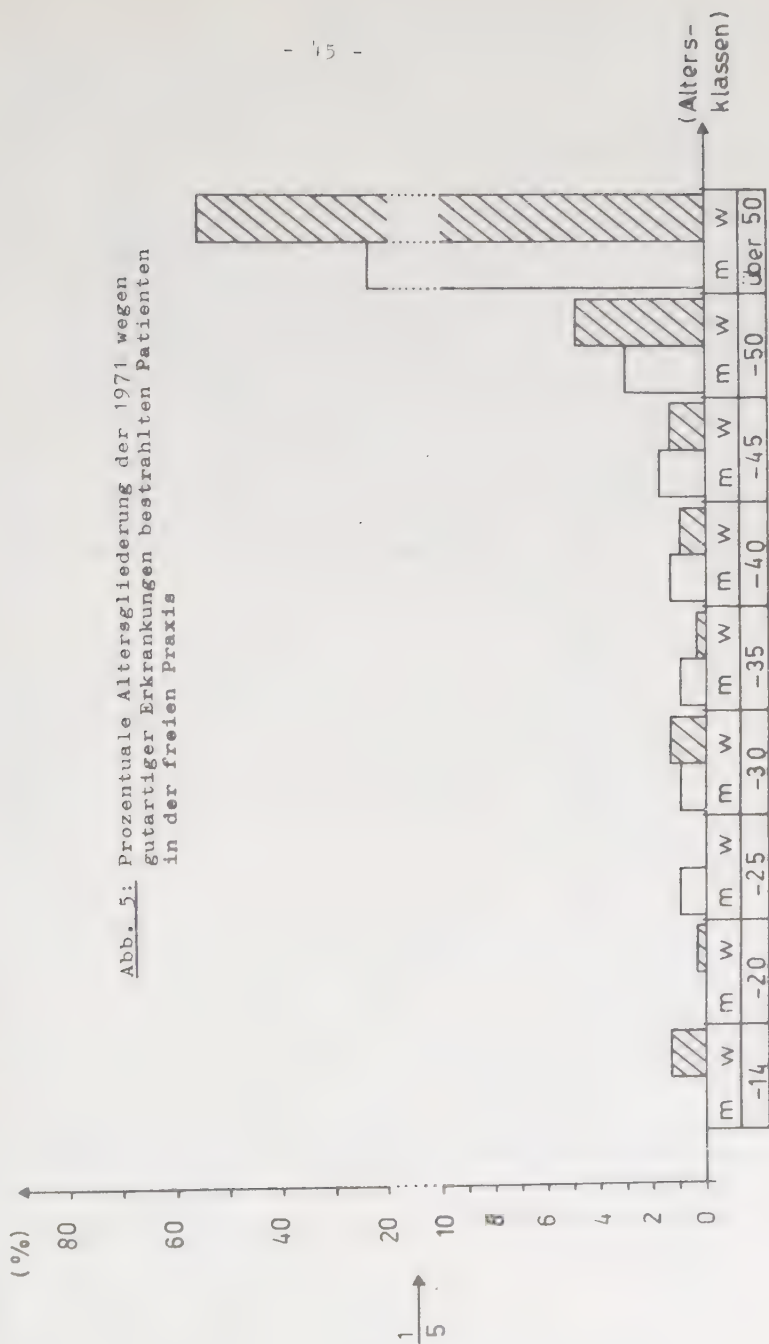
(Fallzahl) 600

1
10

Abb. 4: Altersverteilung der in der freien Praxis wegen gutartiger Erkrankungen bestrahlten Patienten



Anzahl der Fälle: 2189 $\hat{=}$ 100 %

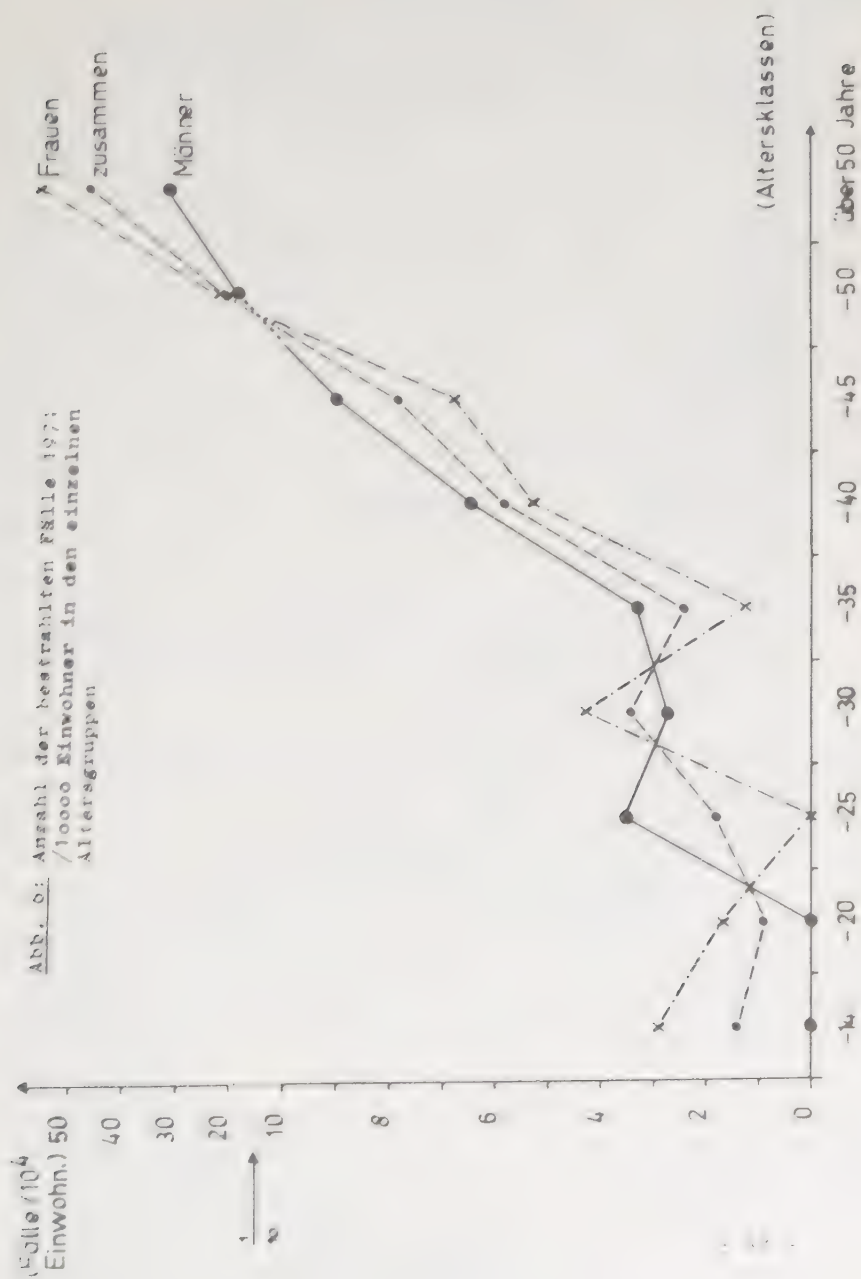


Patientengutes dar.

Entsprechend hoch liegt auch die Incidenz dieser Gruppe, das ist die Häufigkeit der Bestrahlungen (ist eine aus mehreren Sitzungen bestehende Behandlung) je 10000 Einwohner der entsprechenden Altersklasse (Tab. IIIa und IIIb und Abb. 6). Die Kurvenverläufe der Abb. 6 zeigen, daß in der freien Praxis im Gegensatz zur Klinik (48) die Strahlenbehandlung bei den männlichen Patienten erst im Erwachsenenalter beginnt, über zehn Jahre hinweg (von 25 bis 35 Jahre) die gleiche Häufigkeit beibehält, um denn kontinuierlich, von Altersgruppe zu Altersgruppe um je 50%, anzusteigen.

Bei den Frauen verhalten sich die Tatsachen anders. Hier liegt ein Gipfel in der Altersklasse von 0 - 14 Jahren, ausschließlich durch Bestrahlung von Haemangiomen verursacht, dann folgt eine "Pause" über zehn Jahre, bis sich ab der Altersstufe von 25 Jahren der Kurvenverlauf dem der männlichen Patienten angleicht.

Die Incidenz bei den Männern ist höher als die vergleichbaren absoluten Fallzahlen (m: 526, w: 1239 Fälle, Verhältnis m : w wie 1:2, 3) erwarten lassen. Der Grund hierfür liegt darin, daß im Jahre 1970 in München 67000 Frauen über 50 Jahre mehr lebten als Männer (Tab. IIIb und Abb. 7). Diese große Differenz zwischen männlicher und weiblicher Einwohnerzahl entsteht durch die allgemein kürzere Lebenserwartung der Männer, vor allem aber durch die Kriegstoten gerade in den jetzigen Altersgruppen über 50 Jahre.



(Einwoh-
ner·1000)

Abb. 7: Altersgliederung der Einwohner
Münchens im Jahre 1970

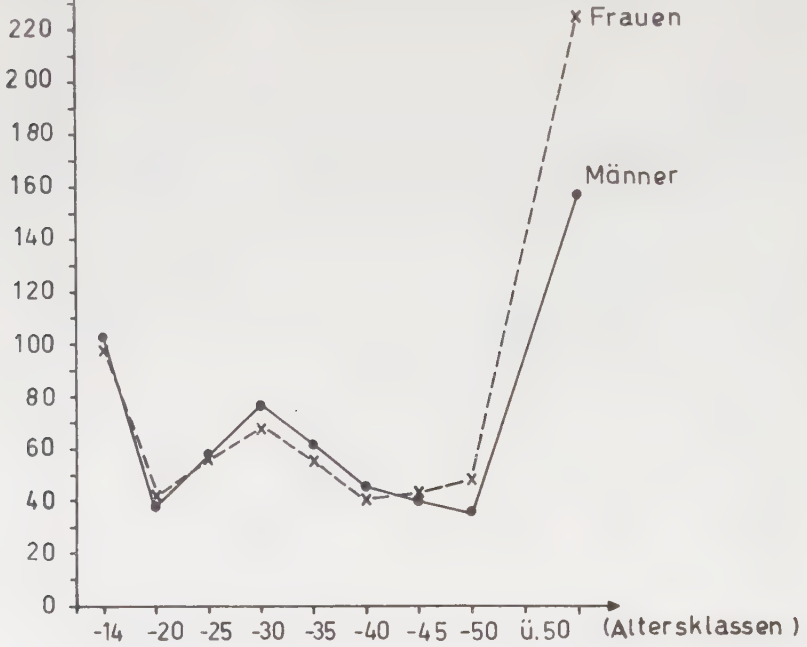
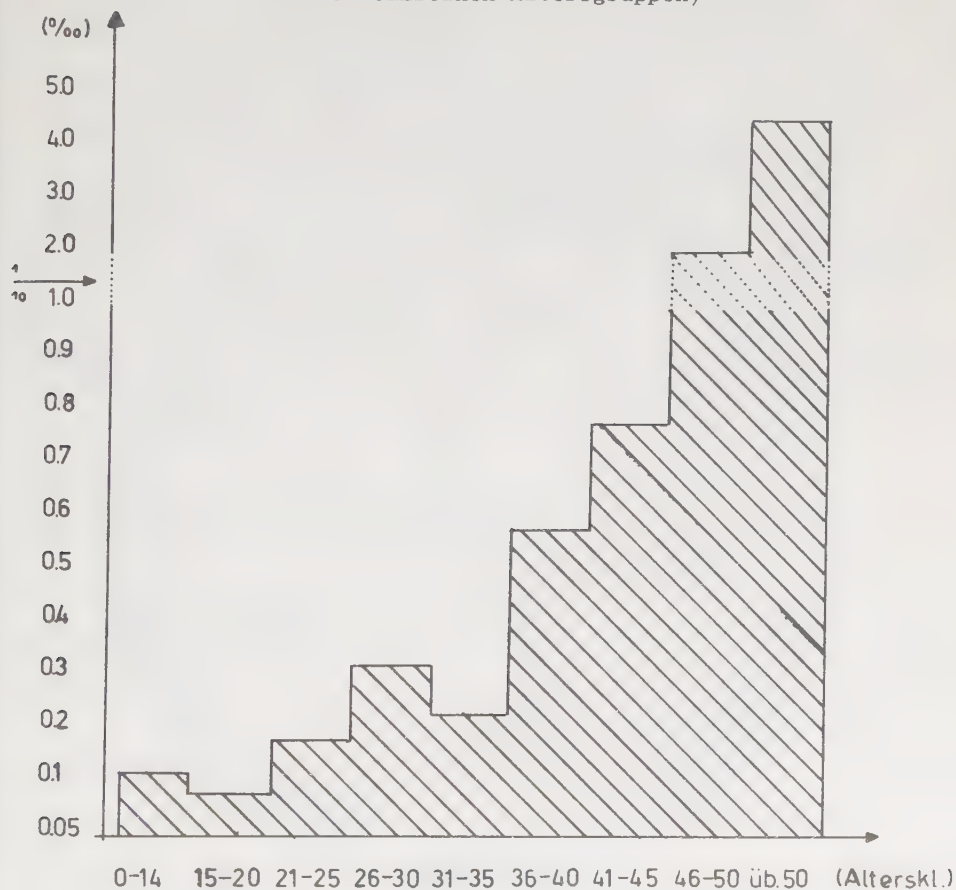


Abb. 8: in verkleinertem Maßstab



Abb. 8: Altersverteilung der relativen Frequenz der Gesamtbevölkerung Münchens.
(Anzahl der Gesamtbestrahlungen gutartiger Erkrankungen, bezogen auf die Wohnbevölkerung in den einzelnen Altersgruppen)



Bei der Betrachtung der relativen Frequenz der Strahlenanwendung zur Therapie gutartiger Erkrankungen (Abb. 8) wird die Bestrahlungshäufigkeit - ohne Trennung nach Erkrankungen - deutlich. Ein flacher Gipfel im Säuglings- und Kindesalter, ein "Tal" während der Pubertätszeit (15 - 20 Jahre), ein gleichmäßiger Anstieg der Bestrahlungsfrequenz bis zu 40 Jahren und ein "Sprung" ab 45 Jahre kennzeichnen den Verlauf der Kurve. In Zahlen ausgedrückt: von den 79.824 Einwohnern der Altersgruppe von 15 - 20 Jahren wurden 0.008% oder 10 Fälle bestrahlt, im Alter von 30 Jahren jeder dreitausendste, um 40 Jahre jeder 740^{ste} und über 50 Jahre jeder 212^{te} Einwohner (jeweils bezogen auf die Einwohnerzahl innerhalb seiner Altersklasse).

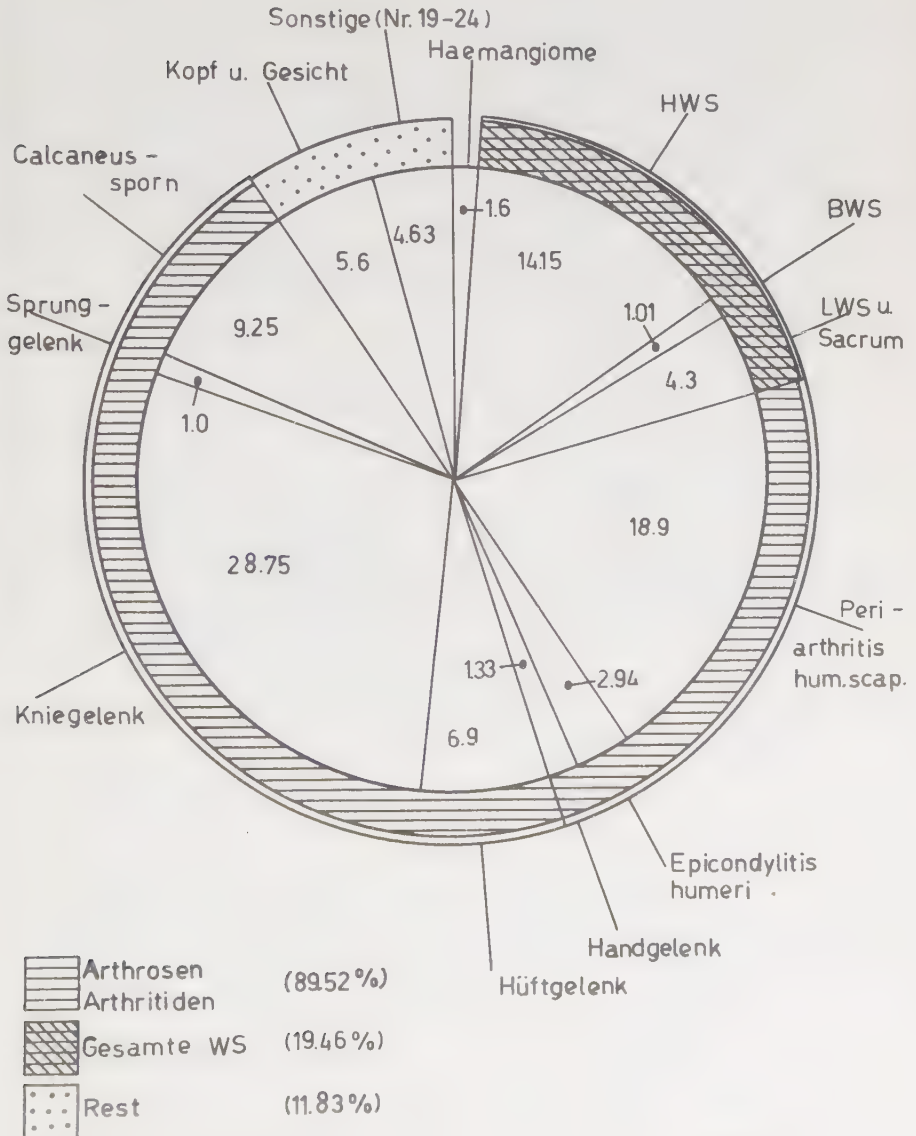
1.4 Tab. IV und VI: Applizierte Dosen, Altersverteilungen, absolute und reaktive Häufigkeiten der Erkrankungen

1.4.1 Degenerative und entzündliche Gelenkerkrankungen

Von den insgesamt vierundzwanzig erfaßten Krankheiten stellen die unter dem Oberbegriff "Arthrosen und Arthritiden" zusammengefaßten Erkrankungen den größten Anteil der Indikationen zur Strahlenbehandlung in der Praxis.

Wie Abb. 9 deutlich macht, hat allein ihre Behandlung mit 89.5% den weitaus größten Anteil an den gesamten bestrahlten Fällen. Sie vereinigen auf sich eine Strahlenoberflächendosis von ca. 1.500.000 R pro Jahr. Das sind 70% der im Jahr 1971 verabfolgten Gesamt-

Abb. 9: Relative Häufigkeit der einzelnen Erkrankungen in der freien Praxis (in %)



dosis von 2.107.656 R zur Therapie gutartiger Erkrankungen in der freien Röntgenpraxis.

Besonders häufig wurden zwei große Gelenke strahlenbehandelt: das Kniegelenk mit 28.75% aller bestrahlten Fälle, gefolgt von der Schulter mit 18.9% (Tab. VI). Während der Behandlung dieser beiden Gelenke wurden Gesamtdosen von 592.000 R bzw. 284.000 R appliziert. Jeder dritte bis vierte Fall kam wegen Kniegelenkserkrankungen, jeder fünfte wegen eines Schultergelenkleidens, jeder elfte Fall wegen eines Calcaneusspornens zum Strahlentherapeuten.

Die Geschlechtsverteilung bei den Arthrosebestrahlungen ist in Tab. V und in Abb. 10 wiedergegeben. Gesondert herausgegriffen ist die Kniegelenksbestrahlung bei Männern und Frauen in den einzelnen Altersgruppen (Abb. 11). Hierbei ist die Häufigkeit der wegen einer Früharthrose behandelten jüngeren Männer auffällig, obwohl nach GLAUNER (12) gerade die Früharthrosen bei Personen im generationsfähigen Alter eine absolute Kontraindikation für eine Strahlenbehandlung darstellen. Das gilt besonders für die Hüft- und Kniegelenksbestrahlung junger Männer wegen der geringen Entfernung zu den Gonaden und deren ungeschützte Lage.

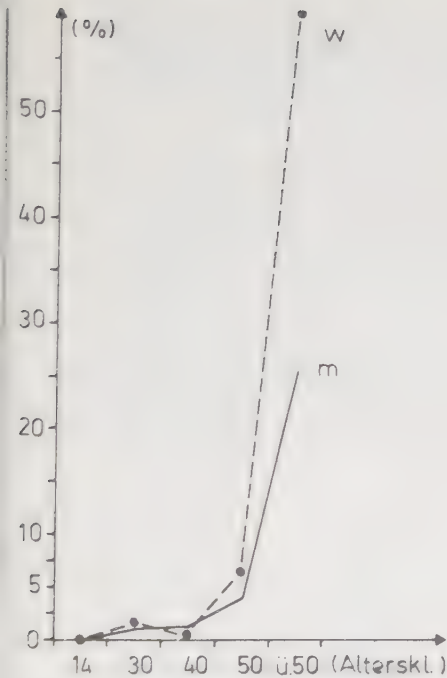


Abb. 10: Altersverteilung der Arthrosen-Bestrahlungen bei Männern u. Frauen

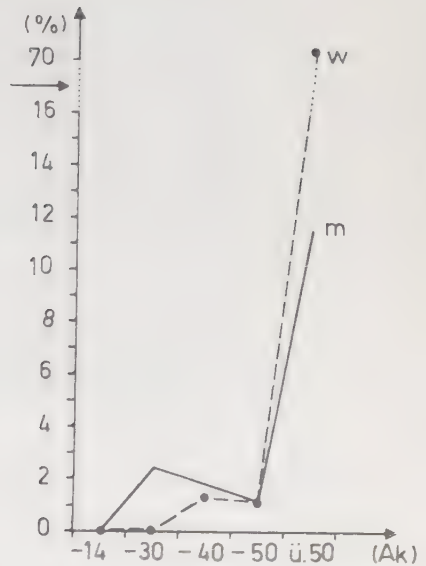


Abb. 11: Altersverteilung der Kniebestrahlungen bei Männern und Frauen

Bei den Frauen beginnt die Kniegelenksbestrahlung erst nach dem dreißigsten Lebensjahr, nimmt aber ab etwa 40 Jahren sehr stark zu.

Bei der Behandlung des Calcaneussporns (Abb. 12) sind die Unterschiede bezüglich des Bestrahlungsbegins nicht zu finden. Die Beschwerden beginnen bei den Patienten beiderlei Geschlechts relativ

früh, um das 25. Lebensjahr herum. Die Häufigkeit bleibt bis zum 45. Lebensjahr konstant, um dann, wie beim Kniegelenk, rapide anzusteigen - bei Frauen doppelt so stark wie bei den Männern.

Die Wirbelsäule ist, entsprechend ihrer anatomischen Gliederung und ihrer Entfernung zu den Gonaden, in drei Abschnitte gegliedert: die Halswirbelsäule, die Brustwirbelsäule und die Lendenwirbelsäule, zu der noch Sacrum und Coccygeum hinzugezählt wurden (Abb. 13). Die Altersverteilung entspricht der der meisten Arthrosen und Arthritiden, d.h. die Bestrahlungen beginnen - mit Ausnahme der HWS - erst um das 35. Lebensjahr.

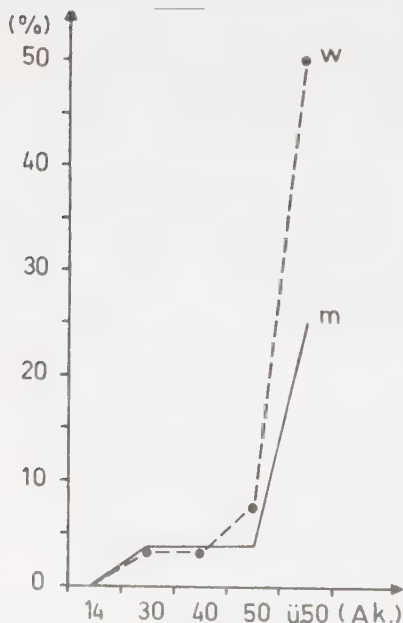


Abb. 12: Altersverteilung der Calcaneussporn-Bestrahlung bei Männern u. Frauen

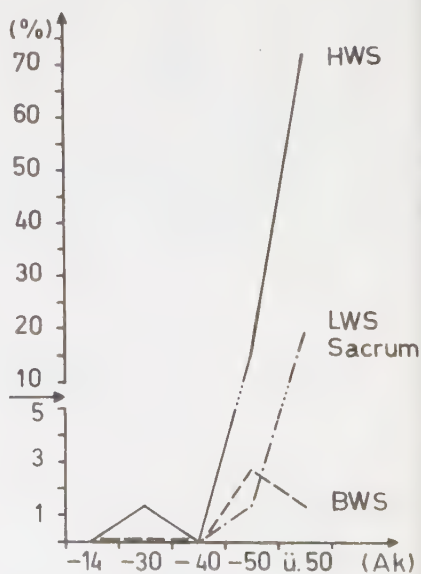


Abb. 13: Altersverteilung der Wirbelsäulenbehandlungen

Die HWS-Bestrahlung hat mit 14,15% aller gutartigen Erkrankungen den größten Anteil an der Gesamtwirbelsäulenbestrahlung von 19,45%. Aufgrund der Angaben im Schrifttum (16) überrascht die seltene, nur bei jedem hundertsten Fall durchgeführte BWS-Behandlung.

Bei jedem 25^{sten} Fall (4,3%) wurde eine Bestrahlung der LWS und des Sacrums vorgenommen.

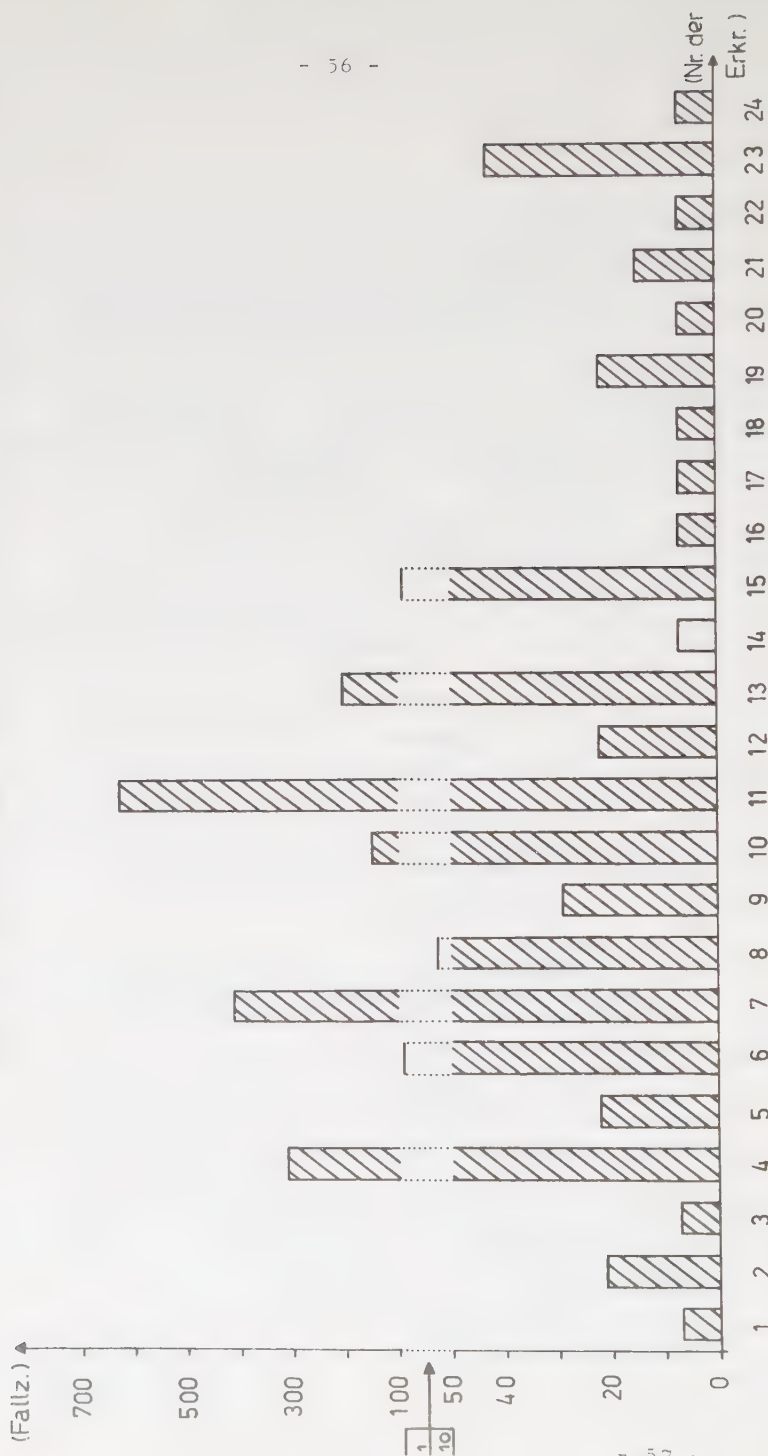
Diese Ergebnisse decken sich nicht mit den von HESS und BONMANN (zit. nach 16) angegebenen Daten. Sie geben für die einzelnen Wirbelsäulenabschnitte folgende relative Werte an: HWS 16,4%, BWS 21,4%, LWS 62,2%.

Die eigenen Werte - HWS 72,7%, BWS 5,2%, LWS und Sacrum mit 22,1% - weichen davon sehr weit ab bzw. die Reihenfolge der Häufigkeit ist fast umgekehrt. Der hohe Wert für die HWS (in München) kommt dadurch zustande, daß bei vielen Patienten mit Beschwerden im Schultergelenk gleichzeitig die HWS mitbestrahlt wurde (bei 84 Patienten).

1.4.2 Sonstige gutartige Erkrankungen: Haemangiome, andere Hauterkrankungen, verschiedene Entzündungen

Die zweite große Gruppe der Erkrankungen, die erfaßt wurden, sind unter dem Sammelbegriff "sonstige Erkrankungen" in den Tabellen und Abbildungen aufgeführt. Die Gruppe der "Haemangiome" ist noch gesondert herausgestellt worden, da sie in der freien Praxis die einzige Bestrahlungsindikation im Säuglings- und Kindesalter darstellen.

Abb. 14: Häufigkeit der (1971) bestrahlten gutartigen Erkrankungen
in der freien Praxis



Die anderen unter den "Sonstigen" aufgeführten Krankheiten sind fast ausschließlich dermatologische Erkrankungen, meist entzündlicher Genese.

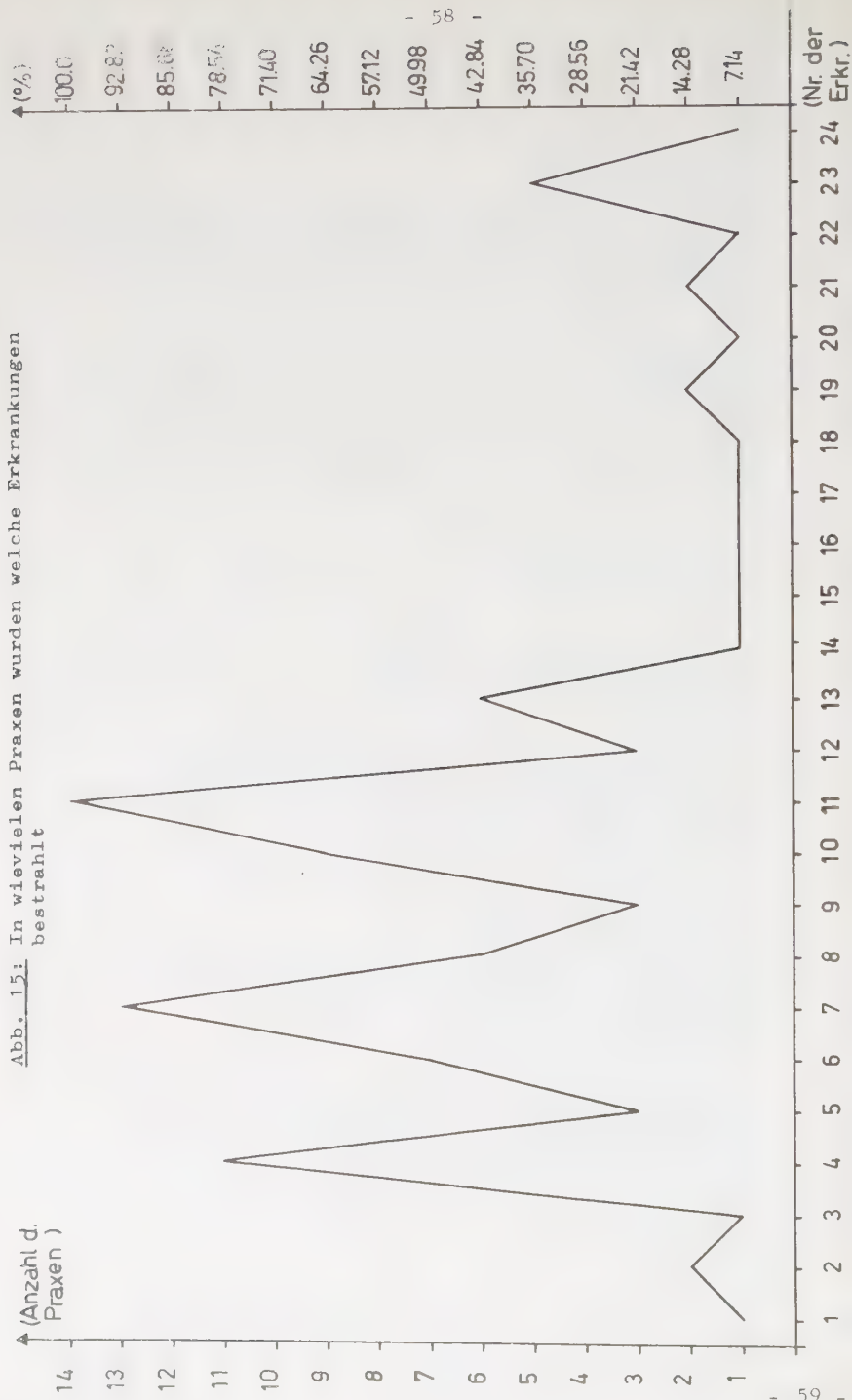
Haemangiome nehmen sich mit 1.6% (35 Fälle), die übrigen "Sonstigen" mit 10.2% aller strahlenbehandelten gutartigen Fälle als ein bescheidener "Rest" gegenüber den Arthrosen aus, trotz der vielfältigeren Diagnosen und Bestrahlungsindikationen (Tab. VI und Abb. 14).

Mit relativ hoher Fallzahl tritt dabei das Pterygium am Auge auf. Es ist mit 93 Fällen ebenso häufig wie die Erkrankungen an der LWS.

Überraschend selten dagegen sind die Bestrahlungen der Fälle, die nach REICHEL (30) - unter bestimmten Bedingungen - eine absolute Indikation zur Strahlenbehandlung darstellen. Das sind die Hidradenitis axillae mit 22 Fällen, die Mastitis und die Parotitis mit je 7 Fällen. Diese geringe Frequenz ist einerseits bedingt durch die Anwendung anderer Therapeutica (WAGNER, 42; siehe auch 2.1), andererseits aber auch durch das seltenere Auftreten der Erkrankungen selbst, was zum Teil durch die größere Hygiene und Körperpflege bedingt ist.

Die in der Praxis bestrahlten Haemangiome waren ausschließlich Fälle bei Kleinkindern. Sie stellen eine besonders gefährdete Gruppe dar: die wesentlich engeren Lagebeziehungen aller Bestrahlungslokalisationen zu den Gonaden und die damit von vornherein höheren

Abb. 15: In wievielen Praxen wurden welche Erkrankungen bestrahlt



Gonadendosen, die höhere Strahlenempfindlichkeit der kindlichen Generationsorgane (32) und die von allen anderen Altersstufen am höchsten anzunehmende Kindererwartung (37).

Man kann daraus schließen, daß die Gefahr einer genetischen Schädigung in dieser Altersgruppe am größten ist, sowohl für das Kind selbst als auch für die Bevölkerungsgruppe, in der es lebt.

1.5 Bestrahlte Erkrankungen in den einzelnen Praxen (Tab. VII)

Eine Übersicht über die Streuung der in den einzelnen Praxen bestrahlten Erkrankungen gibt die Abb. 15. Die Häufigkeit der in einer Praxis bestrahlten verschiedenen Krankheiten reicht von vier bis elf der vierundzwanzig erfaßten Erkrankungen.

Nach Tab. VII u. Abb. 15 sind nur drei Erkrankungen, nämlich die Gonarthrose (in allen 14), die Periarthritis hum. scap. (in 13) und die Halswirbelsäule (in 11) in fast allen 14 Praxen behandelt worden, d.h. die breiteste Streuung erfuhr die "Arthrosen und Arthritiden" (Abb. 15).

Erkrankungen aus der Gruppe der "Sonstigen" hatten eine weitaus geringere Streuung aufzuweisen. Zehn von ihnen wurden in jeweils nur einer Praxis strahlenbehandelt. Dies liegt an der absolut geringeren Häufigkeit dieser Krankheiten, aber auch an einer gewissen Spezialisierung des Arztes auf eine relativ seltende Krankheit (z.B. wurden die Pterygia alle in einer Praxis bestrahlt).

1.6 Tab. VIII: Strahlenarten und Applikationen

Tabelle VIII vermittelt einen Überblick über die in der freien Röntgenpraxis zur Therapie gutartiger Erkrankungen angewandten Strahlenarten, Applikationsarten und Strahlendosen.

Die Röntgen-Tiefentherapie macht mit 91% aller Anwendungen den weitaus größten Teil an den Bestrahlungen aus. Die Anwendung in diesem Umfang ist verständlich, wenn man bedenkt, daß 89.5% aller Erkrankungen aus der Gruppe der "Arthrosen und Arthritiden" kommen, die alle mit Röntgentiefenbestrahlung behandelt wurden.

Die verbleibenden 9% der Anwendungen für die Oberflächentherapie verteilen sich je zur Hälfte auf die Behandlung mit Röntgenstrahlen und reinen Beta-Strahlen (^{90}Sr - ^{90}Yt), wobei die Beta-Strahlen nur bei der Therapie des Pterygium oculi zur Anwendung kamen (bei insgesamt 245 Sitzungen bei 93 Fällen wurden 367000 R appliziert).

Die gesamte applizierte Strahlendosis von 2.109.056 R im Jahr 1971 setzt sich aus den 483.800 R aus der Oberflächenanwendung und den 1.625.256 R aus der Tiefentherapie zusammen. Relativ gesehen sind die Tiefenbestrahlungen mit 77%, die Oberflächenbestrahlung mit 23% (davon die Beta-Strahlen allein mit 17,3%) an der Gesamtstrahlendosis beteiligt.

In 9 der 14 erfaßten Praxen wurde nur Röntgen-Tiefenbestrahlung durchgeführt, in 4 Praxen Tiefen- und Oberflächenbestrahlung, in 1 Praxis Röntgen-Tiefenbestrahlung und zur Oberflächenbestrahlung der Beta-Strahler ^{90}Sr - ^{90}Yt .

2. Besprechung der GSD-Werte (Tab. IX - XIII)

2.1 Tab. IX: Bestimmung der Gonadendosen für die einzelnen Erkrankungen

Die Vielzahl der Dosisangaben für einige wenige Krankheiten einerseits, keine oder nur ungenaue Angaben für viele seltenere Erkrankungen andererseits machen die Festlegung der für die Berechnung der GSD erforderlichen Keimdrüsendosis problematisch. Für einige Erkrankungen, für die überhaupt kein Wert in der Literatur zu finden war, wurde eine vergleichbare Bestrahlungsanordnung zugrunde gelegt. So wurde z.B. bei der Bestrahlung des Tietze-Syndroms der Dosiswert eingesetzt, der von SCHUMANN und LADEMANN (35) für die Bestrahlung einer Thoraxseite angegeben ist.

Bei einigen Erkrankungen, bei denen bis zu zehn Keimdrüsendosisangaben (LWS-Sacrum, Hüftgelenk und andere Arthrosen) in der Literatur ermittelt werden konnten, fällt der große Schwankungsbereich der Werte auf. Bei der Bestrahlung der weiblichen Hüfte gibt KOREN (21) einen Wert von 520 mrem an, STASEK (39) dagegen geht bis zu 80.000 mrem Keimdrüsendosis, was einem Vervielfachungsfaktor von 150 entspricht.

Für diese großen Unterschiede sind viele Faktoren verantwortlich, sowohl auf technischer Seite wie auch auf Seite des bestrahlten Objekts.

Auf der Seite der Meß- und Versuchsbedingungen kommen die veränderlichen Parameter zum Tragen: Feldgröße, Fokus-Haut-Abstand, kV-Größen, Filter, unterschiedliche Dosimeter, Einstrahlwinkel bezüglich der Gonaden und ähnliche mehr. Nach LAGUNOWA (22) gelangen bei der Hüftbestrahlung der Frau mit zwei direkten Feldern (FHA = 40 cm, 200 kV, 0.8-1mm Cu) bis zu 60% der Oberflächendosis an die Gonaden. Allein durch Änderung des Einstrahlwinkels um 20 Grad vermindert sich die Dosis auf 5%.

Beim bestrahlten Objekt bestehen ebenfalls große Unterschiede: Mensch oder Phantom (dickleibig oder schlank bzw. unterschiedliche Materialien), mit oder ohne Möglichkeit der Bleiabdeckung usw. .

Aus all diesen Erwägungen heraus stellten RASSOW und STRÜTER (28) die Forderung auf, daß die Autoren genauer als bisher die Meß- und Versuchsbedingungen in ihren Veröffentlichungen angeben, um besser die Meßergebnisse prüfen und vor allem vergleichen zu können.

2.2 Allgemeines zur Wertung der GSD bei der Strahlenbehandlung von nichtmalignen Erkrankungen

Der Wert, der sich aus der Summierung der Einzel-GSD ergibt, ist 0.194 mrem/a ($\pm$ 0.04 mrem).

Aufgrund der Ergebnisse der GSD für die einzelnen Er-

krankungen kann festgestellt werden, daß die Anwendung ionisierender Strahlen zur Therapie gutartiger Krankheiten in der freien Röntgenpraxis sehr umsichtig und streng indiziert vorgenommen wird. Die genetisch-signifikanten Dosen, die sich bei den meisten der erfaßten Bestrahlungsindikationen ergeben, werden in der Einzelbetrachtung vernachlässigbar klein, nicht jedoch in der Summation der Einzelergebnisse zur Gesamt-GSD!

Gerade darin liegt der Fehler der Behauptung, die GSD, die durch die Bestrahlung gutartiger Erkrankungen entsteht, sei vollkommen zu vernachlässigen. Betrachtet man dazu die Zusammenstellung des Bundesgesundheitsamtes aus dem Jahre 1972 bezüglich der GSD aus den verschiedenen Strahlenquellen (47), so sieht man, daß sich fast alle GSD - ausgenommen die der Diagnostik und des "Fallout" - in der gleichen Größenordnung bewegen wie die durch Bestrahlung gutartiger Krankheiten errechnete GSD in München (Kliniken und Praxen insgesamt eine GSD von 0.6 mrem/a (nach 48)).

Addiert man alle Werte aus sogenannten Kleinquellen, so erhält man eine GSD von ca. 12 mrem/a; das sind 24% der durch die Strahlendiagnostik hervorgerufenen GSD von ca. 50 mrem/a (47). Nach den älteren Berechnungen von HOTHUSEN (16) wären es sogar ca. 75% der durch die Diagnostik verursachten GSD! Es sei betont, daß bei einer sachkundigen Anwendung der Strahlentherapie der dadurch erzielte Nutzen sicher eine mögliche Schädigung überwiegt. Darin unterscheidet sich diese Anwendungsform weitgehend

Gesamt - GSD = 0.194 mrem $\hat{=}$ 100 %

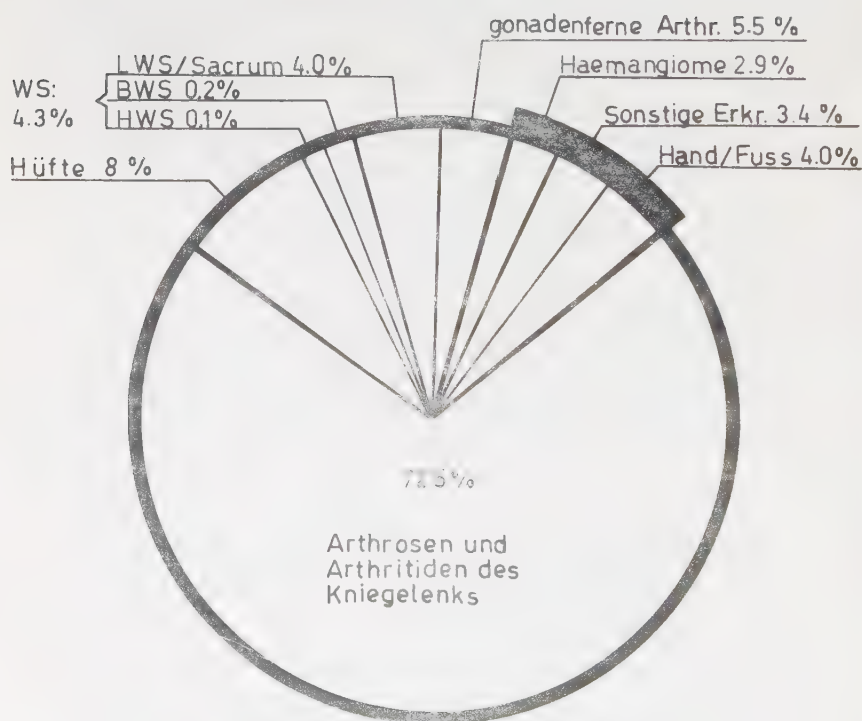
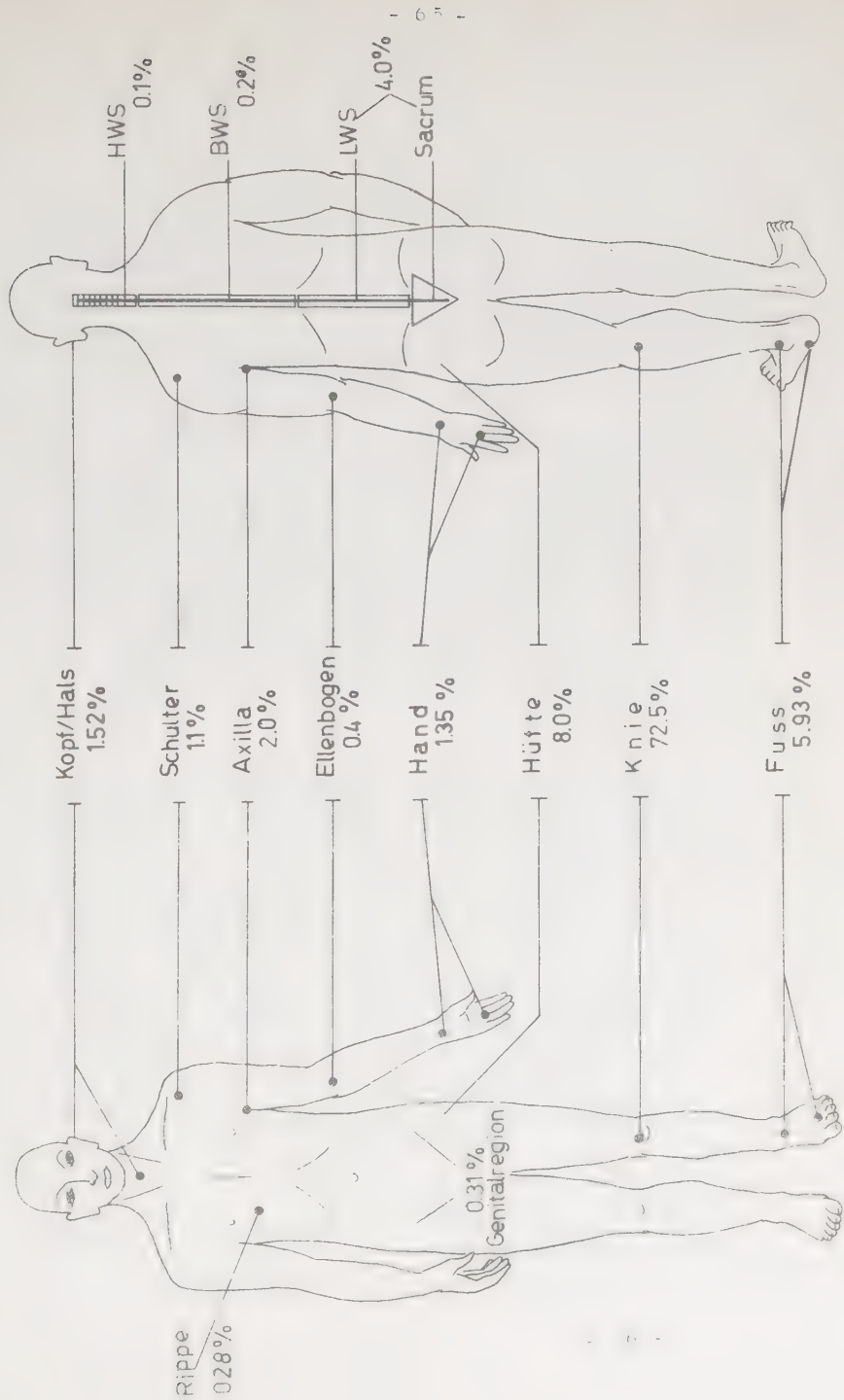


Abb.: 16: Anteil der einzelnen bestrahlten Erkrankungen an der Gesamt-GSD in der Röntgen-Praxis

Abb. 17: Prozentualer Gesamt-GSD-Anteil der unterschiedlichen Körperregionen in % der Gesamt-GSD (o.194 mrem/a)



von den übrigen Anwendungen ionisierender Strahlen auf nicht-medizinischem Gebiet.

2.3 GSD einiger keimdrüsenaher Regionen

Die Bestrahlungsindikationen für gutartige Erkrankungen sind auch heute noch sehr vielfältig (dazu auch 48), trotz zunehmender Anwendung anderer Behandlungsmethoden (GLAUNER, 12, WAGNER, 42). Die Patienten jedoch befinden sich in der Mehrzahl (91% der Frauen sind über 46 Jahre) jenseits des Generationsalters, zumindest aber ist die Kindererwartung sehr stark verringert (Männer über 46 Jahre: 0.0171; nach Tab. XIV).

Der durch die Bestrahlung des männlichen Kniegelenks hervorgerufenen GSD kommt die größte Bedeutung zu (Abb. 16 und 17), was die Forderung von GLAUNER (S. rechtfertigen würde. Sie ist in ihrer Höhe bedingt durch das Zusammentreffen folgender Faktoren: diese Bestrahlung liegt in ihrer Häufigkeit an dritter Stelle mit 93 Fällen; ihre im Schrifttum angegebenen Keimdrüsendosiswerte rangieren im Mittel ebenfalls an dritter Stelle mit 693 mrem/100 R, die auf das männliche Knie applizierte Strahlendosis liegt an erster Stelle mit 592091 R Gewebe-Oberflächendosis. Die Männer über 50 Jahre gehen mit dem Kindererwartungswert von 0.0171 in die Berechnung der GSD ein; die Entfernung der männlichen Gonaden zum Knie ist viel kürzer als bei der Frau und es ist keine strahlenabsorbierende Gewebeschicht zwischengeschaltet.

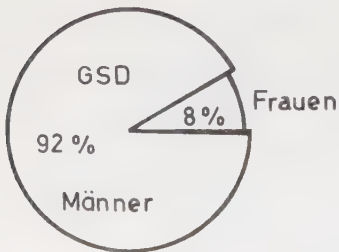
Einige dieser Faktoren trafen auch für das weibliche Geschlecht zu. Durch den genetischen Bedeutungsfaktor von nahezu Null bei den Patientinnen über 46 Jahre jedoch fallen diese Personen aus der Berechnung der GSD heraus.

2.4 Anteil der Geschlechter an der GSD

Aus vorgenannten Gründen ist die GSD, die durch die Bestrahlung weiblicher Patienten verursacht wurde, mit "nur" 8% (0.0156 mrem/a) an der Gesamt-GSD der freien Praxis von 0.194 mrem/a beteiligt (Abb. 18). Sehr hoch dagegen sind die 92% oder 0.178 mrem/a, die durch Bestrahlung von Männern beigesteuert werden, obwohl das Häufigkeitsverhältnis fast 2:1 zu Gunsten der Frauen beträgt.

In einem Vergleich mit den Zahlen von HOLTUSEN (16) werden genau umgekehrte Verhältnisse beschrieben: Durch die Bestrahlung von männlichen Personen entstanden in Hamburg 12.8%, von Patientinnen aber ca. 86% der GSD von 2.17 mR/a (Abb. 19). Die Verteilungsverhältnisse in der Bestrahlung von Männern und Frauen in Hamburg und München verhalten sich gleich (Tab. Ib), doch ist der Anteil der bestrahlten Patientinnen, die sich im Generationsalter befanden, in Hamburg mit 20 bis 25% etwa dreimal so hoch wie in München mit 8.3%. Auch war die Fallzahl in München weit geringer.

Abb. 18: Prozentualer Anteil der Geschlechter an der Gesamt-GSD in der freien Praxis

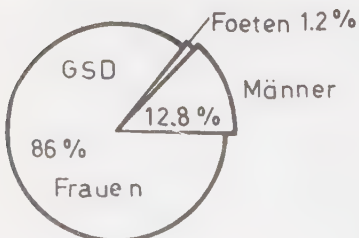


Frauen : 0.0156 mrem = 8.0 %

Männer : 0.1784 mrem = 92.0 %

0.194 mrem = 100.0 %

Abb. 19: Vergleich mit den Angaben von HOLTHUSEN (Klinik u. Praxis)



Foeten : 0.026 mr = 1.2 %

Frauen : 1.87 mr = 86.0 %

Männer : 0.28 mr = 12.8 %

2.176 mr = 100.0 %

3. Zusammenfassung der GSD aus Praxis und Klinik (Abb. 20)

Um eine mit den Angaben aus dem Schrifttum vergleichbare GSD zu bekommen, muß man die GSD, die sich aus den therapeutischen Strahlenanwendungen bei gutartigen Erkrankungen in der Praxis und der Klinik ergeben, zusammen als die GSD für München betrachten. Aus der GSD der freien Praxis von 0.194 mrem/a und der GSD aus der Klinik von 0.407 mrem/a resultiert eine Gesamt-GSD von 0.6 mrem/a ($\pm$ 0.2 mrem). Mit der Angabe der Schwankungsbreite von 0.4 bis 0.8 mrem/a wird dem Fehler, der sich durch die Multiplikation der Fallzahlen ergibt, Rechnung getragen (Maximalfehler in der Praxis liegt bei 25.4% (Tab. XIII), in der Klinik bei 43.1% (aus 48)).

3.1 Vergleiche mit den Werten aus dem Schrifttum (Tab. XII)

Seit 1955 sind die GSD- Werte für die Therapie um den Faktor 45 kleiner geworden. MARTIN (24) gab damals einen Schätzwert von 28 mrem für Australien an, TERPILAC (41) schätzte die GSD für die USA 1971 noch auf 2.2 - 2.4 mrem/a. Die tatsächlich errechneten Werte liegen in ihrer Größenordnung um 2 mrem, nach KOREN und MAUDAL (21) jedoch unter 1.0 mrem, nämlich bei 0.6 ($\pm$ 0.3) mrem/a. Der in München ermittelte Wert von 0.6 ($\pm$ 0.2) mrem/a stimmt mit diesem Wert aus Norwegen überein, ebenso mit den Schätzwerten von CSAKANY (0.6mrem), von FUCHS und HOFBAUER (0.77 mrem) und von PURSER und QVIST (0.22 - 0.33 mrem).

Gesamt-GSD: 0.6 mrem/a $\approx$ 100 %

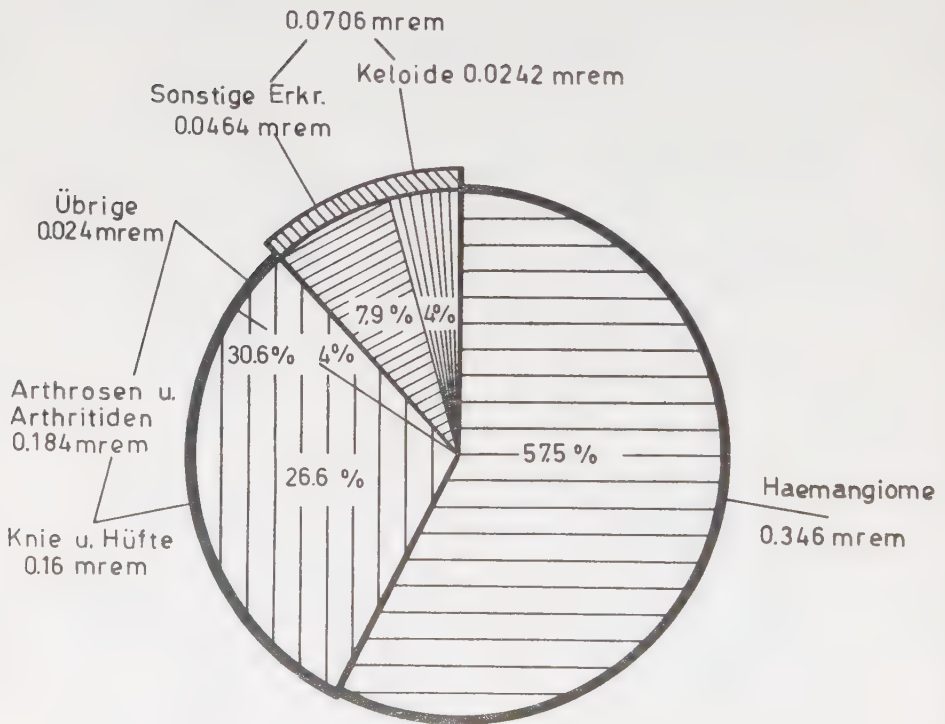


Abb. 20: Gesamtüberblick über die Verteilung der GSD auf die einzelnen Erkrankungen in Klinik und freier Praxis

Berücksichtigt man bei den von HOLTHUSEN (2.2 mrem) und REBOUL (3.1 mrem) errechneten und dem von WAGNER (2.5 mrem) geschätzten Werten den seit 1960 starken Rückgang der Bestrahlungsfrequenzen um 75 - 80% (Tab. Ib), so decken sich alle diese Angaben mit dem für München errechneten GSD-Wert. Sie liegen alle in dem angegebenen Schwankungsbereich von 0.4 - 0.8 mrem/a.

4. Zusammenfassung der Ergebnisse

Von den 63 Röntgenologen, die im Jahre 1971 in München tätig waren, betrieben 14 Strahlentherapie bei gutartigen Erkrankungen in der freien Praxis.

Es wurden, ausgehend von den RVO-Fällen des vierten Quartals 1971 auf das ganze Jahr, während 16 574 Sitzungen bei 2 189 Fällen (1 881 Patienten) 2 107 656 R Oberflächendosis bzw. Einfallsdosis verabfolgt. In den 14 Praxen wurden im gleichen Zeitraum 364 Patienten wegen einer bösartigen Erkrankung strahlenbehandelt.

Die genetisch-signifikante Dosis von 0.6 mrem/a, die sich aus der GSD von 0.194 mrem aus der Praxis und den 0.407 mrem der Klinik zusammensetzt, entspricht in ihrer Größenordnung den in neuerer Zeit berechneten (21) oder geschätzten (9, 16, 41) genetisch-signifikanten Dosen.

Verglichen mit den GSD-Werten aus anderen Bereichen der Anwendung ionisierender Strahlen in der Medizin entspricht die errechnete GSD der Strahlentherapie gutartiger Erkrankungen von 0.6 mrem/a der von HINZ und WEIL mit ca. 0.5 mrem/a angegebenen GSD für die Nuklearmedizin in West-Berlin. Sie entspricht rund 1% der nach neuesten Schätzungen von STIEVE, HINZ und WEIL (nach 47) genannten GSD von ca. 50 mrem/a für die röntgendiagnostischen Anwendungen.

Literaturverzeichnis

- (1) Baily, N., V.Yoder, Gonadal dose in radiation therapy
M. Bozzine:
Radiology 74(1960)820-823
- (2) Barth, G., J.Becker, Klinische Radiologie - Lehr-
et al.: buch für Ärzte und Studierende
(1968) 349 ff
- (3) Bek, V., J.Kolar, Zur Problematik der Klinik und
et al.: Therapie der Haemangiome im
Kindesalter.
III. Mitteilung: Späte somatische
Veränderungen nach Haemangiombestrahlung im Kindesalter
Strahlentherapie 135(1968)156-165
- (4) Bek, V., V. Michal, Zur Problematik
J. Kolar: IV. Mitteilung: Zur Frage der Gonadenbelastung bei der Behandlung von Haemangiomen im Kindesalter
Strahlentherapie 135(1968)285-290
- (4a) Born, W.: Die Gonadenbelastung in der dermatologischen Strahlentherapie
Radiol.clin. 30(1961)298-300
- (5) Clark, S.H.: Genetic radiation exposure in the field of medicine
Bull.: Atomic Scientists 12(1956) 14-18

- (6) Diethelm, L., O.Ols- Handbuch der medizinischen Ra-
son, et al.: diologie.
Band 17: Spezielle Strahlentherapie
gutartiger Erkrankungen
Springer-Verlag (1970)
- (7) Du Mesnil de Lehrbuch der Strahlenheilkunde
Rochemont:
- (8) Fetzer, H., H.L. Messungen zur Frage der Strahlen-
Keller: gefährdung des Säuglings bei
Anwendung der Röntgen-Tiefenthe-
rapie
Strahlentherapie 104(1957)539-545
- (9) Fuchs, G., J. Hof- Die Strahlenbelastung der Gonaden
bauer: in der Röntgentherapie
Strahlentherapie 111(1960)297
- (10) Fuchs, G., J. Hof- Gonadendosis und genetische
bauer: Strahlenbelastung bei der Tele-
cobalttherapie
Strahlentherapie 138(1969)178-180
- (11) Glauner, R.: Die Entzündungsbestrahlung
Thieme-Verlag (1951), Stuttgart
- (12) Glauner, R., D. Mess- Gonadendosen bei der Röntgenbe-
ner, P.O. Thelen: strahlung einiger sogenannter
gutartiger Erkrankungen
Fortschr. Röntgenstr. 89(1958)
473-479

- (13) Gwinn, J., D. Gastineau, J. A. Campbell: Conadal dosages in pediatric radiotherapy
Radiology 76(1961)881-884
- (14) Hess, F.: Strahlentherapie gutartiger Erkrankungen
Dtsch. Ärzteblatt 39(1972)2469-2471
- (15) Horn, G.: Röntgendiagnostik in Freier Praxis
BGA Berlin(1972), Abt. f. Strahlenhygiene
- (16) Holthusen, H., H. K. Leetz, W. Leppin: Die genetische Belastung der Bevölkerung einer Großstadt (Hamburg) durch medizinische Strahlenanwendung
Strahlenschutz Heft 21(1961), München
- (17) Jakoubkova, J., M. Lokajicek, V. Stasek: Untersuchungen über Gonadenbelastungen bei Röntgentherapie nichttumoriger Erkrankungen
Strahlentherapie 116(1961)148-151
- (18) Kaplan, G., C. Collica, S. Rubinfeld: Gonadal exposure incident to roentgen therapy
Radiology 76(1961)877-880
- (19) Karpati, G., J. Bojtor, G. Palkai: Über die Radium-Behandlung der Induratio penis plastica und der damit verbundenen Strahlenschutzprobleme
Strahlentherapie 120(1963)123-128

- (20) Koren, K., S.Mau- Gonad doses received during
dal: the medical application of
 roentgen radiation

 Acta radiol. 48(1957)273-279
- (21) Koren, K., S.Mau- Radiation load to the gonads in
dal, J. Flatby, diagnostic and therapeutic
L. Berteig: procedures

 Acta radiol. 6(1967)385-403
- (22) Lackner, J.: Strahlenbehandlung der Mastitis

 Strahlentherapie 127(1965)39-43
- (23) Lagunowa, J.: Über die Strahlentherapie nicht
 neoplastischer Erkrankungen

 Strahlentherapie 138(1969)660-661
- (24) Martin, J.H.: Necessity and means of protecting
 patients in diagnostic and the-
 rapeutic radiology

 P. Coll. of Rad. of Australasia
 1(1957)103-112
- (25) Nikl, J.: Gonadenbelastung in der röntgen-
 diagnostischen und röntgenthera-
 peutischen Praxis aufgrund von
 Phantommessungen

 Radiol.Diagn. (Berlin) 2,(1961)
 111-121
- (26) Pannewitz, von, G.: Die Möglichkeiten der Strahlen-
 therapie bei rheumatischen und
 degenerativen Gelenkserkrankungen

 Strahlentherapie Sonderband 43
 (1959)274-284)

- (27) Purser, P.R., C.F. Qvist: An estimate of the genetic dose from radiotherapy
Acta radiol. 48(1957)267-272
- (28) Rassow, J.H.D. Strü- Gonadenbelastung bei der
ter: Strahlentherapie am Alderson-
Phantom
Strahlentherapie 139(1970)446-458
- (29) Reboul, J., G. De- Doses gonades résultant de
lorme, et al.: l'utilisation des ionisantes en
France
III.: Radiotherapie
Ann. radiol. 3(1960)293-304
- (30) Reichel, W.S.: Aktuelle Probleme der Ent-
zündungsbestrahlung
Röntgengesellschaft Berlin (1960)
- (31) Scherer, E.: (zitiert nach)
Strahlentherapie - Eine Ein-
führung.
Thieme-Verlag, Stuttgart (1967)
- (32) Schirren, G.: Die genetische Belastung des
Patienten in der dermatologischen
Röntgentherapie
Arch. clin. exp. dermat. 213 (1961)
32-68
- (33) Schirren, G., N. Die genetische Strahlenbelastung
Hanmayr, R. Dittmar: des Patienten bei der Röntgen-
therapie von Hautkrankheiten
Strahlentherapie 108(1959)127-144

- (34) Scholte, P.J.L., A. van Vianen, J.W.E. Voss: Genetically significant dose from radiotherapy from the Netherlands (1942-1951)
Brit.J.Radiol. 36(1963)622-623
- (35) Schumann, E., W. Lademann: Zur Gonadenbelastung bei der Strahlentherapie nichttumoröser Erkrankungen
Radiobiol. Radiother. 6(1965)455-457
- (36) Seelentag, W.: Zur Frage der genetischen Belastung der Bevölkerung durch Anwendung ionisierender Strahlen in der Medizin
I. Teil
- (37) Seelentag, W., E. Seelentag-Lupp, E. Klotz: Zur Frage
V. Teil: Werte und Schwankungsbreiten von Untersuchungsfrequenzen und gemessenen Dosen in zehn grossen und kleinen Krankenhäusern und in der freien röntgenologischen Praxis
Strahlentherapie 111(1960)435-467
- (38) Seelentag, W., H. Schmier: Die natürliche und künstliche Strahlenbelastung des Menschen
Der Radiologe 6(1966)303-310
- (39) Stasek, V. J. Jakoubkova, L. Lokajicek: Eine Studie der Gonadendosis in der Röntgentherapie einiger nichttumoriger Erkrankungen
Radiobiol.Radiother. 1(1960)365-370

- (40) Stasek, V., L.Lo- Gonadendosis bei der Röntgen-
kajicek, J.Jakoubkova: therapie von ausgewählt nicht-
neoplastischen Erkrankungen
Csl. rentgenol. 14(1960)1-4
- (41) Terpilac, S.M., Dose assessment of ionizing ra-
Ch. L. Weaver, S. diation exposure to the population
Wieder: Radiol. Health Data and Re-
ports (1971)171-188
- (42) Wagner, G.: Zur Frage der Strahlenbelastung
der Bevölkerung durch die derma-
tologische Röntgentherapie
Strahlentherapie 118(1962)
122-144
- (43) Witten, V.H., Studies on the quantity of ra-
M.B. Sulzberger, D. diation reaching the gonadal areas
W. Steward: during dermatologic X-ray-therapy
A.M.A., Arch.Dermatol. 76(1957)
683
- (44) Zipploaro, A.C., X-rays and Radium in the treat-
P.M. Crossland: ment of deseases on the skin
Lea and Tebiger, Philadelphia,
830 pp
-
- (45) UNO-Statistik: Population doses from medical
irradiation
Scientific Committee on the
Effects of Atomic Radiation
(UNSCEAR). Berichte aus den
Jahren 1958, 1962, 1972

- (46) Committee of the Radiological Hazards to Patients
Second Report of the Committee, London, HMSO, 1960
- (47) Mittlere genetische Strahlenbelastung des Menschen in der Bundesrepublik Deutschland 1971
Zusammengestellt von der Abteilung für Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes Berlin
Stand: 31. 12. 1972
- (48) Schmelz, I.: Strahlentherapie in der Klinik
München, 1973
- (49) Deutsche Normen: Begriffe und Benennungen in der radiologischen Technik
Strahlenschutz
DIN 6814, Blatt 5, April 1972
- (50) Gebührenordnung: Dingfelders neues Handbuch
München, 1970

Mein Dank gilt

den Herren Prof. Dr. H u g und Prof. Dr. S t i e v e
für die Überlassung des Themas,

den Herren Dr. H i n z und Dipl.-math. P i e t z s c h
für den Rat bei den Erhebungen sowie die Hilfe bei den
Berechnungen der Werte,

Herrn S c h m i d t und Herrn M e y e r von der
Kassenärztlichen Vereinigung, Bezirksstelle München,
für die Überlassung der benötigten Unterlagen sowie
die freundliche Beratung in allen Fragen,

all den freipraktizierenden Röntgenologen, die freund-
licherweise ihre Unterlagen für die Bearbeitung des
Themas zur Verfügung stellten,

der Kassenärztlichen Vereinigung für die zur Verfügungs-
stellung der Unterlagen und die Hilfe bei der Aus-
wertung.

Lebenslauf

Ich wurde am 9. Februar 1947 als zweites Kind des
Arztes für Allgemeinmedizin Dr. med. Alfred Schmelz
und seiner Ehefrau Marguerite, geb. Ulrich, in
Aschaffenburg geboren.

1953 - 1957	besuchte ich die Volksschule in meinem Heimatort Wenigumstadt
1957	trat ich in das Humanistische Gymnasium in Aschaffenburg ein
1960	wechselte ich in das Musische Gymnasium über
1965-1967	besuchte ich das Musische Gymnasium in Eichstätt, wo ich im Juni 1967 die Reifeprüfung ablegte
WS 1967/68	nahm ich das Studium der Medizin an der Ludwig-Maximilians-Universität in München auf
April 1968	heiratete ich die Medizin-Studentin Iris Schnell aus Aschaffenburg
1969	legte ich die naturwissenschaftliche Vorprüfung,
1970	die ärztliche Vorprüfung und am 20. 12.
1973	die ärztliche Prüfung ab.

